



Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Electrónica

**“Diseño e implementación de un sistema
para mejorar la autonomía en un scooter
eléctrico en base a energía
electromagnética”**

PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN

Autor: Luis Alberto Saavedra Quiroz

Para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Electrónico

Asesor: Javier Gonzalo Mansilla Yanqui

Lima, setiembre 2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo para todas aquellas personas que creyeron en mí; que estuvieron presentes en cada etapa de mi vida dándome su apoyo, su coraje y valentía para saber afrontar cada reto que me dio la vida.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer; primero a Dios, por permitirme cada logro obtenido; segundo, a mi familia, a mi madre por su amor incondicional y quien ahora descansa en la gloria de Dios y a mi padre por su sabia dirección; finalmente, agradecer a cada profesor de la UTP, quienes ciclo a ciclo fueron moldeando el profesional que soy ahora.



Lima, 12 de marzo de 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE DATOS EN PROYECTO.

Yo, Luis A. Saavedra Quiroz, identificado como DNI 40214211, gerente general y representante de la empresa Print Smart Innova S.A.C., con N° R.U.C. 20555661356, autorizo al bachiller Saavedra Quiroz, Luis Alberto a utilizar los datos de la organización necesarios para desarrollar su informe de suficiencia profesional referidos al proyecto "Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética"

PRINT SMART INNOVA S.A.C.
RUC: 20555661356
LUIS ALBERTO SAAVEDRA QUIROZ
GERENTE GENERAL
DNI: 40214211

Firma y sello del representante de la empresa.

Declaración de Autenticidad y No Plagio Ingeniero electrónico

Por el presente documento, yo, Luis Alberto Saavedra Quiroz, identificado con DNI N° 40214211, bachiller de la carrera de ingeniería electrónica, informo que he elaborado el Trabajo de Suficiencia Profesional denominado "Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética" para optar por el título profesional de ingeniero electrónico.

Declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el autor que lo suscribe y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 02 de setiembre del 2019.



.....
Br. Luis Alberto Saavedra Quiroz

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo es el diseñar e implementar un sistema para mejorar la autonomía de un scooter eléctrico en base a energía electromagnética, para lo cual; primero, se da la fase de inicio con el capítulo 1, describiéndose la problemática, los objetivos, la justificación y el estado del arte; segundo, se realizó la fase de planeación, que consistió en reunir bases teóricas que den soporte al trabajo, realizar la operacionalización de variables para definir que magnitudes se medirían creándose instrumentos de medición, y diseñar el sistema a proponer, todo esto realizado en el capítulo 2 y 3; tercero, se dio la fase de ejecución; en donde se implementó el diseño propuesto, el cual se encuentra en el capítulo 4; luego, se realizó la fase de monitoreo, en la cual se realizaron las pruebas y mediciones correspondientes, en esta parte se aplicó estadística descriptiva, correlación lineal y múltiple, utilizando los datos registrados y se demostró la relación entre las variables medidas, después, se aplicó regresión lineal para el modelamiento matemático que represente el recorrido del scooter eléctrico en función a la fuente de potencia del diseño implementado, todo esto, se encuentra también en el capítulo 4: y finalmente, la fase de cierre, donde se realizaron las conclusiones referentes a la mejora de la autonomía obtenida.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES	3
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.1 Descripción del problema	3
1.1.2 Formulación del problema	5
1.2 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.2.3 Alcances y limitaciones.....	6
1.2.4 Justificación.....	6
1.2.5 Estado del arte	8
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 SCOOTER ELÉCTRICO	11
2.2 MODOS DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	15
2.2.1 Panel fotovoltaico	15
2.2.2 Dinamo	17
2.2.2.1 Construcción de un dinamo	17
2.2.2.2 Funcionamiento.....	18
2.3 CONTROLADOR DE CARGA DE BATERÍA.....	20
2.4 BATERÍA.....	24
2.4.1 Batería de plomo ácido.....	25
2.4.2 Baterías de Litio.....	26
2.5 INVERSORES	29
2.5.1 Topologías de inversores multinivel.....	29

2.5.2	Inversores de medio puente	30
2.5.3	Inversor de puente H	31
2.6	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	32
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN		33
3.1	POTENCIAS EN LAS ETAPAS DEL SISTEMA	34
3.2	ETAPAS DE DISEÑO Y DESARROLLO	35
3.2.1	Diseño de la etapa de “obtención de energía eléctrica”	35
3.2.1.1	Selección de dinamo	35
3.2.1.2	Diseño de las estructuras metálicas	39
3.2.1.2.1	Llanta trasera	40
3.2.1.2.2	Llanta delantera	42
3.2.1.3	Calculo de las revoluciones del eje del motor	43
3.2.2	Etapa de control de carga de batería	46
3.2.2.1	Selección de controlador de carga	47
3.2.3	Etapa de la batería plomo-ácido	51
3.2.3.1	Selección de batería plomo ácido	51
3.2.4	Etapa del inversor	55
3.2.4.1	Selección del inversor	55
3.3	CONEXIÓN DE LAS ETAPAS	59
3.4	ETAPAS DEL SCOOTER ELÉCTRICO	60
3.4.1	Cargador original de la batería del scooter eléctrico	60
3.4.2	Batería de litio del scooter eléctrico	61
3.5	ANÁLISIS DEL PESO EN EL SCOOTER ELÉCTRICO	62
3.6	CONEXIÓN ELÉCTRICA FINAL	66
3.7	METODOLOGÍA	68
3.7.1	Tipo de investigación	68
3.7.2	Población y muestra	68
3.7.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	68
3.7.4	Plan de procesamiento y análisis de datos	69
CAPÍTULO 4: RESULTADOS		70
4.1	ETAPA DE “OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA”	70
4.1.1	Estructura metálica para la llanta delantera	70
4.1.2	Estructura metálica para la llanta trasera	73
4.1.3	Pruebas de voltaje realizadas en los motores instalados	74
4.2	ETAPA DE “CONTROL DE CARGA DE BATERÍA”	76

4.3	ETAPA DE “BATERÍA”	77
4.4	ETAPA DE “INVERSOR”	77
4.5	PRUEBAS DE RECORRIDO DEL SCOOTER ELÉCTRICO	78
4.5.1	Pruebas sin sistema de mejora de autonomía	78
4.5.1.1	Calculo de correlación entre velocidad y recorrido	80
4.5.2	Pruebas con sistema de mejora de autonomía sin operar	82
4.5.3	Pruebas con sistema de mejora de autonomía operativo	84
4.5.3.1	Calculo de correlación entre potencias y recorrido	87
4.5.3.2	Regresión lineal entre las potencias y el recorrido.....	93
4.5.4	Cálculo de porcentaje de mejora en la autonomía	95
4.6	FOTOS DEL PROYECTO INSTALADO Y PROBADO.....	97
4.6	PRESUPUESTO	98
4.7	CRONOGRAMA.....	99
	CONCLUSIONES.....	100
	RECOMENDACIONES.....	102
	REFERENCIAS	104
	ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del problema.....	4
Figura 2. Scooter eléctrico.....	11
Figura 3. Diagrama De bloques Scooter Eléctrico.....	11
Figura 4. Diagrama eléctrico Scooter Eléctrico.	18
Figura 5. Inducción del estator al rotor.....	18
Figura 6. Rotor.....	18
Figura 7. Generador de corriente continua.....	19
Figura 8. Interpretación de regulador PWM.	21
Figura 9. Voltaje de control del regulador PWM.	21
Figura 10. Curva potencia vs voltaje.	22
Figura 11. Curva potencia vs voltaje de batería.	22
Figura 12. Interpretación de regulador MPPT.	23
Figura 13. Interpretación de regulador MPPT.	24
Figura 14. Topología de inversores.....	29
Figura 15. Inversor de medio puente. Recuperado de google imágenes.	30
Figura 16. Voltaje de salida en un inversor de medio puente.	30
Figura 17. Inversor de puente completo.....	31
Figura 18. Voltaje de salida en un inversor de puente completo.	31
Figura 19. Diagrama de bloques de las etapas del sistema.	34
Figura 20. Dinamo para bicicleta. Recuperado de google imágenes.....	36
Figura 21. Motor Bühler. Recuperado de google imágenes.	37
Figura 22. Motor Hitachi.....	38
Figura 23. Llantas del scooter eléctrico.....	39
Figura 24. Diseño de piezas de la estructura metálica para llanta trasera.....	40
Figura 25. Estructura metálica para llanta trasera.....	41

Figura 26. Estructura metálica instalada para llanta trasera.....	41
Figura 27. Diseño de piezas de la estructura metálica para llanta delantera.....	42
Figura 28. Estructura metálica para llanta delantera.	43
Figura 29. Estructura metálica instalada para llanta delantera. Fuente propia.	43
Figura 30. Representación de los diámetros de las ruedas en las llantas..	44
Figura 31. Revoluciones del eje del motor vs la velocidad del scooter eléctrico.....	46
Figura 32. Controlador de carga de batería marca UKC.	50
Figura 33. Batería energy power JP 12 -12.....	52
Figura 34. Batería CDP SS 18 - 12.	53
Figura 35. Batería Ritar RT 12260.	54
Figura 36. Inversor MUST.....	56
Figura 37. Inversor DY.....	57
Figura 38. Inversor ZONHAN.....	58
Figura 39. Diagrama de conexiones.	59
Figura 40. Cargador original de la batería de litio del scooter eléctrico.	60
Figura 41. Batería de litio del scooter eléctrico.....	61
Figura 42. Caja de componentes.	62
Figura 43. Caja de componentes en el scooter eléctrico.....	63
Figura 44. Conexión eléctrica entre batería de litio y sistema de mejora de autonomía. ..	67
Figura 45. Piezas metálicas para la llanta delantera.	71
Figura 46. Rectificación de acople eje motor para la llanta delantera.....	72
Figura 47. Presentación motores con extensión eje motor para la llanta delantera.....	72
Figura 48. Instalación de piezas de la estructura metálica para la llanta delantera..	72
Figura 49. Piezas metálicas para la llanta trasera.....	73
Figura 50. Instalación de piezas metálicas para la llanta trasera.	74
Figura 51. Curva de representación de voltaje obtenido de los motores sin carga. a.....	75
Figura 52. Forma de onda de voltaje obtenido de los motores.....	76

Figura 53. Control de carga de batería.	76
Figura 54. Batería de plomo ácido.	77
Figura 55. Inversor.....	77
Figura 56. Correlación entre recorrido y velocidad del scooter eléctrico.....	82
Figura 57. Valores de regresión obtenidos desde Excel.	94
Figura 58. Fotos finales del proyecto.	97
Figura 59. Diagrama de Gantt.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costo de recarga de una moto eléctrica.....	13
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 3. Análisis de potencias en las etapas del sistema.....	35
Tabla 4. Requerimientos de la etapa "Obtención de energía eléctrica"	35
Tabla 5. Características dinamo para bicicleta.....	36
Tabla 6. Características motor Bühler.....	37
Tabla 7. Características dinamo para bicicleta.....	38
Tabla 8. Piezas de la estructura metálica para la llanta trasera.	40
Tabla 9. Piezas de la estructura metálica para la llanta delantera.....	42
Tabla 10. Equivalencia de velocidad en m/min del scooter eléctrico.	44
Tabla 11. Velocidad en RPM del aro de la llanta del scooter eléctrico.	45
Tabla 12. Velocidades en RPM del eje del motor acoplado a la llanta.	46
Tabla 13. Características de controlador de carga de batería UKC.....	47
Tabla 14. Características de carga y descarga del controlador UKC.	47
Tabla 15. Características de controlador de carga de batería MUST.....	48
Tabla 16. Características de carga y descarga controlador MUST.....	48
Tabla 17. Características de controlador de carga de batería Bluesolar.	49
Tabla 18. Características de carga y descarga Bluesolar.	49
Tabla 19. Características controlador de carga de batería plomo ácido.....	51
Tabla 20. Característica batería Energy Power JP 12 - 12.....	52
Tabla 21. Características batería CDP SS 18 - 12.	53
Tabla 22. Características batería Rita RT 12260.	54
Tabla 23. Requerimientos mínimos para la etapa del inversor DC / AC.....	55
Tabla 24. Características del inversor marca MUST	56
Tabla 25. Características inversor DY.....	57

Tabla 26. Características inversor Zonhan.....	58
Tabla 27. Características inversor DY.....	59
Tabla 28. Características del cargador de la batería de litio del scooter eléctrico.	61
Tabla 29. Características de la batería de litio del scooter eléctrico.....	61
Tabla 30. Peso de componentes adaptados en la plataforma del scooter eléctrico.	62
Tabla 31. Peso de estructura y componentes adaptados a la llanta delantera.....	64
Tabla 32. Peso de estructura y componentes adaptados a la llanta trasera.....	65
Tabla 33. Prueba de voltaje sin carga en los motores.....	74
Tabla 34. Pruebas - Instrumento 1.....	78
Tabla 35. Cálculos estadísticos de instrumento 1	80
Tabla 36. Recorrido con sistema instalado sin operar.....	80
Tabla 37. Pruebas - Instrumento 2.....	84
Tabla 38. Pruebas - Instrumento 3.....	85
Tabla 39. Pruebas - Instrumento 4.....	86
Tabla 40. Valores para correlación múltiple (V1, V2 y V3)	88
Tabla 41. Valores para correlación variables V1 y v2.....	89
Tabla 42. Valores para correlación variables V1 y V3.....	90
Tabla 43. Valores para correlación variables V2 y V3.....	91
Tabla 44 Valores para la regresión lineal.	93
Tabla 45. Pruebas - Instrumento 5.....	95

INTRODUCCIÓN

De un tiempo a esta parte, Lima ha crecido en forma exponencial y este crecimiento se hace visible en los sistemas de transporte que ya se encuentran saturados; la introducción al mercado de scooters eléctricos desde la primera mitad del 2018 ha permitido en cierta forma dar una solución de transporte a las personas que optaron por adquirirlas, ya que pueden transportarse de manera práctica, sin contaminar, sin provocar ruidos y sorteando el tráfico existente en la ciudad. El caso particular de la empresa Print Smart Innova S.A.C. empresa que opta por adquirir un scooter eléctrico como medio de transporte para incorporar el servicio de delivery de los productos que ofrece a sus clientes permitiéndole realizar más ventas ofreciendo a los clientes el evitar transportarse por el caótico tránsito vehicular de la ciudad; lamentablemente, al momento de querer realizar recorridos más largos el scooter eléctrico presenta la autonomía como un inconveniente y es en esta desventaja donde el presente trabajo toma acción, buscando mejorar la autonomía de dicho scooter eléctrico. El presente trabajo se organiza de la siguiente manera; primero, el capítulo 1, es donde se detallan los aspectos generales del problema como el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, alcances y limitaciones, y dando pase final al capítulo 1, se presenta el estado del arte; segundo, en el capítulo 2, se hace una

exposición sobre los fundamentos teóricos en los que se basa la realización del presente trabajo y la operacionalización de las variables a medir; tercero, el capítulo 3, se expone el desarrollo de la solución, y se plantea la población y muestra de donde se medirá las variables operacionalizadas; cuarto, el capítulo 4, donde se detalla la implementación del proyecto, las mediciones realizadas y la estadística descriptiva aplicada de los valores obtenidos en las mediciones; y finalmente, las conclusiones del trabajo realizado expresando algunas mejoras que se pueden hacer a futuro.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 Definición del problema

1.1.1 Descripción del problema

La empresa Print Smart Innova SAC, se dedica a la comercialización de papeles fotográficos a nivel nacional, es en la ciudad de Lima donde realiza ventas con mayor demanda, además, ciudad en la que se ubica. La empresa entrega los productos en Lima mediante el servicio de delivery y utiliza como transporte un scooter eléctrico del tipo moto de la marca Skruser modelo SK – 12R, dicho scooter eléctrico trabaja con una batería de litio de 12AH lo cual permite un recorrido máximo de 45Km (características adicionales en el anexo A); cuando la batería de litio se descarga se requiere un tiempo de 4 horas para su recarga originando que el scooter eléctrico este sin trabajar y que no se pueda continuar con los repartos.

Con la finalidad de obtener una mejor visión sobre el problema se opta por realizar el método del árbol, en la figura 1, la cual se muestra a continuación, se puede observar las causas y efectos que originan el problema

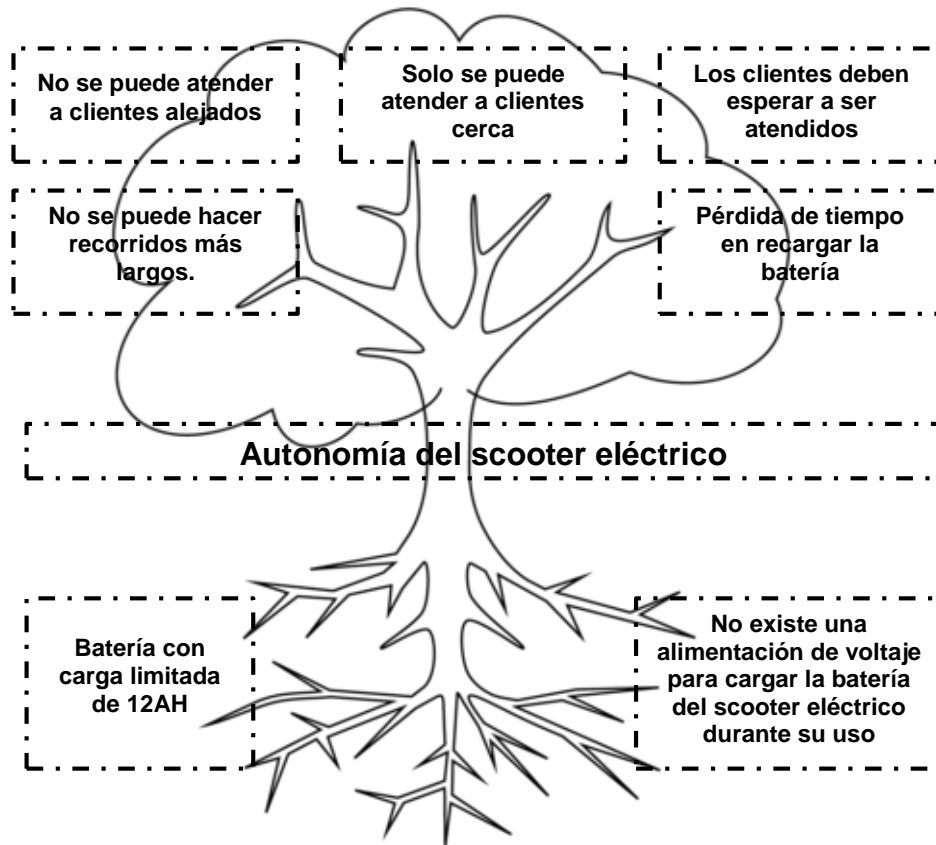


Figura 1. Árbol del problema.
Fuente propia.

Como se puede apreciar en el análisis del árbol y ante la necesidad de poder utilizar el scooter eléctrico sin el requerimiento de tener que parar por un periodo de 4 horas para recargar la batería de litio y de esta forma continuar con los repartos en la ciudad de Lima es importante implementar un sistema para mejorar la autonomía del scooter eléctrico.

1.1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo implementar un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética?

Problemas específicos

- ¿Qué potencia eléctrica se requiere para poder mejorar la autonomía de un scooter eléctrico?
- ¿Qué fuente de energía eléctrica es la más apropiada para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico?
- ¿Qué estructura es necesaria para el sistema de mejora en la autonomía del scooter eléctrico?
- ¿Se puede plantear un modelo matemático en el sistema de mejora de la autonomía del scooter eléctrico?
- ¿En qué porcentaje se puede mejorar la autonomía del scooter eléctrico?

1.2 Definición de Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar la potencia eléctrica que se requiere para mejorar la autonomía de un scooter eléctrico.
- Identificar la fuente de energía eléctrica más apropiada para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico.
- Diseñar e instalar la estructura necesaria para el sistema de mejora en la autonomía del scooter eléctrico.

- Plantear un modelo matemático en el sistema de mejora de la autonomía del scooter eléctrico.
- Calcular el porcentaje de mejora en la autonomía del scooter eléctrico.

1.2.3 Alcances y limitaciones

Alcances

El diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía de un scooter eléctrico tiene el siguiente alcance:

- Identificar hasta cuanto se puede mejorar la autonomía del scooter eléctrico en base a un sistema propuesto de obtención de energía electromagnética.

Limitaciones

El diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía de un scooter eléctrico tiene las siguientes limitaciones:

- Dimensiones en el diseño.
- Tiempo y cantidad de pruebas realizadas.
- La obtención de energía eléctrica en base a la energía electromagnética dependerá exclusivamente del giro de las llantas del scooter eléctrico.

1.2.4 Justificación

Hernández et al, (2014) indica que “Por medio de la justificación debemos demostrar que el estudio es necesario e importante” (pág. 40); es decir, a través de la justificación el estudiante demuestra que la investigación es valiosa; además, nos indica ciertos criterios de justificación, los cuales se detallan a continuación:

Conveniencia: El desarrollo del presente proyecto de investigación es de conveniencia para la empresa Print Smart Innova SAC por que mediante este proyecto se mejora la autonomía del scooter eléctrico sin requerir parar por periodos de cuatro horas para recargar la batería de litio, sino que con una carga constante en base a energía electromagnética el scooter eléctrico tiene la posibilidad de

recorrer distancias más largas, y así, la empresa puede realizar más repartos durante el día.

Relevancia Social: A pesar que este proyecto inicia con la finalidad de dar solución a un problema dentro de una empresa se puede ver una proyección hacia la sociedad por qué gracias a la mejora en la autonomía del scooter eléctrico con la finalidad de poder ser utilizado más tiempo origina relevancia en tres aspectos; primero, mejor movilidad durante el tránsito, es una solución a lo difícil de transitar por la ciudad de Lima debido al constante tráfico existente teniendo en cuenta que un scooter eléctrico es pequeño y puede andar por espacios reducidos; segundo, contribuye a la no contaminación del medio ambiente debido a que el scooter eléctrico no emite gases tóxicos; y finalmente, sirve para la reducción del ruido existente en la ciudad de Lima por que el motor que utiliza un scooter eléctrico es silencioso.

En un estudio en la ciudad de Lima sobre la contaminación vehicular Saavedra (2014) expresa que “Las emisiones, en caliente, que provienen del tubo de escape alcanzan los 18 377.44 kg/año, siendo el 82% monóxido de carbono (CO), 11% hidrocarburos (HC) y 7% óxidos de nitrógeno (NOx)”. (pág. 104); que ciudadano no ha visto las grandes cantidades de humo que emana un vehículo de transporte público o incluso hasta vehículos de transporte privado dejando una gran contaminación para la atmosfera, también se advierte sobre el riesgo de ciertas partículas muy peligrosas para el sistema respiratorio; al mejorar la autonomía del scooter eléctrico en base a energía electromagnética permite utilizar el scooter eléctrico como medio de transporte evitando la gran contaminación que causa a nuestra atmosfera los vehículos en base a motores de combustión.

OEFA (2016) indica que “La contaminación sonora es uno de los graves problemas que afectan a las ciudades modernas” (pág. 3) siendo el más importante generador

de ruido ambiental el originado por los vehículos; quien no ha estado caminando tranquilamente por la calle y de repente siente el estruendoso sonido del motor de un automóvil o una moto pasando a toda velocidad por una de las calles; al mejorar la autonomía del scooter eléctrico en base a energía electromagnética y permitir el uso ininterrumpido del scooter eléctrico se logra que el ruido se reduzca debido a que este no genera ningún tipo de ruido.

Valor Teórico: Con la presente investigación científica se podrá proponer el uso del principio utilizado aquí hacia otros proyectos futuros en scooters eléctricos.

Implicancias Practicas: Se soluciona el problema que la empresa Print Smart innova S.A.C. tiene con el scooter eléctrico en relación a la autonomía y así que estén en la posibilidad de hacer los repartos que debe realizar cada día.

Utilidad metodológica: Con el presente proyecto se crea un instrumento para recolectar datos en función a las variables operacionalizadas, y así, mejorar la forma de experimentar con ellas.

1.2.5 Estado del arte

Kannan y Sudharshan (2017) en su publicación “Design and fabrication of self-charging electric vehicle” en la revista “International journal of innovative research in science, engeneering and technology” desarrollan en la India el dar autonomia a un vehiculo electrico en base a dos fuentes de energia como son; primero, los dinamos acoplados a un giro mecanico; y segundo, molinos de viento en el frontis del vehiculo. Los autores concluyen que el diseño resuelve el problema de dependencia de recarga de un vehiculo electrico.

Mohamed et al. (2017) en su publicación “Review on autonomous charger for EV and HEV” en el acta de conferencia “2017 International Conference on Green Energy Conversion Systems” desarrollan en Tunez tres propuestas de sistema para recarga en un vehículo eléctrico; primero, un sistema de recargada fotovoltaico;

segundo, un sistema de recarga inalámbrico; y tercero, un sistema de recarga híbrido. Finalmente, muestra una comparación de las ventajas y desventajas entre estos tres sistemas como solución a la autonomía.

Sathya (2016) en su publicación "Design and fabrication on self charging electric vehicle" en la revista "International journal of power control signal and computation" desarrolla en la India la propuesta de recargar un e-bike mediante el uso de dinamos en la cual concluye que el proyecto mejora la autonomía del e-bike hasta un doble de distancia recorrida y gracias a este aporte un e-bike puede ser usado mayor tiempo contribuyendo a la no contaminación de la ciudad.

Rodríguez (2016) en su tesis "Vehículo de apoyo para la población de adultos mayores" desarrolla en Colombia el objetivo de mejorar la movilidad del adulto mayor en base al desarrollo de un triciclo eléctrico que otorgue comodidad, seguridad y evite la congestión vehicular de la ciudad, para lo cual realiza el diseño e implementación de las etapas del proyecto; finalmente realiza valoraciones de velocidad en función a la potencia del motor, estudios de viabilidad económica y expresa la importancia de la innovación del proyecto.

Grijalva (2014) en su tesis "Analizar la eficiencia de una moto eléctrica en la ciudad de Quito" en Ecuador tiene como objetivos; primero, investigar el funcionamiento de los componentes de la moto; segundo, referente a la batería, determinar su consumo; y tercero, determinar, en función de la potencia de la moto, la autonomía. Finalmente, realiza formatos de registro y utiliza diferentes métodos de recolección de información y aplicación de fórmulas para determinar la autonomía.

Hoyos et al. (2014) en su publicación "Investigación, diseño y prototipo de una bicicleta eléctrica y tecnologías emergentes en baterías" en la revista "Investigaciones aplicadas" desarrollado en Colombia, describe la investigación y el diseño de una bicicleta eléctrica; también da a conocer sus etapas y presenta los

análisis; como conclusión expresa que este trabajo involucra el dominio de múltiples disciplinas; además, que el transporte con un vehículo eléctrico es eficiente.

CENERGIA (2018) muestra a través de su página web el título “Motos eléctricas en Perú ¿Cuánto ahorran?” donde indica las ventajas de utilizar una moto eléctrica; adicionalmente, muestra un cuadro comparativo entre un motor eléctrico y uno de combustión interno, finalmente detalla los costos eléctricos de una moto eléctrica en base al costo de la electricidad y expresa la ventaja de optar por una moto eléctrica como medio de transporte.

Zuñiga (2014) en su tesis “Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima metropolitana” tiene como objetivo lograr definir adecuadamente el vehículo eléctrico para la ciudad de Lima metropolitana y da a conocer los diferentes componentes y características como el sistema de almacenamiento y el inversor DC/AC; finalmente, dentro de las conclusiones indica la dependencia de la autonomía de un vehículo eléctrico en función de la inclinación de la vía, la carga y uso de accesorios.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Scooter eléctrico



Figura 2. Scooter eléctrico.
Fuente propia.

De acuerdo a CENERGIA (2018) la moto eléctrica, la cual se muestra en la figura 2, es un vehículo que utiliza un motor de corriente continua para su movimiento, estos motores

tienen su denominación en watts, caso contrario a los vehículos de combustión interna que utilizan la expresión de caballo de fuerza (HP) o de caballo de vapor (CV); la equivalencia que existe entre estas unidades es 1 HP igual a 745.7 W y 1CV igual a 735.5 W

De acuerdo a CENERGIA (2018) en el mercado local puede encontrarse este tipo de vehículo eléctrico con motores que oscilan desde los 250 W hasta los 1200 W; si se hace una comparación con los motores a combustión y siendo una conversión de HP a c.c. (centímetros cúbicos) igual a $1\text{HP} = 17\text{c.c.}$ aproximadamente, se observa que la máxima potencia de este vehículo eléctrico, que es 1200 W, estaría por los 27 c.c.; lo cual, es mucho menor a la capacidad mínima que se encuentra en el mercado de vehículos a combustión interna; esto deja en clara evidencia que el scooter eléctrico no puede desarrollar grandes velocidades, siendo su promedio de 20 Km/h a 40 Km/h

El scooter eléctrico tiene ventajas bien marcadas, las cuales son:

- Cero mantenimientos, tanto de su motor eléctrico como de su batería.
- Sus componentes de control tampoco necesitan de mantenimiento al ser sistemas electrónicos de estado sólido.
- No contamina debido a que no utiliza un motor de combustión.
- No produce ruido debido a que su motor de corriente continua es silencioso.
- Al ser pequeñas y de fácil manejo permite movilizarse más rápido en el tránsito vehicular.

La recarga del scooter eléctrico se hace directamente a la toma de corriente de 220 Vac gracias a que este cuenta con un adaptador el cual se encarga de transformar la tensión alterna en tensión continua para poder realizar la recarga a su batería de litio; adicionalmente este adaptador cumple la función de regular el voltaje y la corriente de forma adecuada de tal manera que no afecte el buen funcionamiento de la batería.

CENERGIA (2018) da a conocer un cuadro referente al costo de dinero que implica recargar una moto eléctrica el cual se detalla en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1.

Costo de recarga de una moto eléctrica.

Potencia del adaptador	
Precio de la energía eléctrica = S/. 0.45 / Kwh	
Tiempo de carga	Consumo
1 hora	S/. 0.11
2 horas	S/. 0.23
3 horas	S/. 0.34
4 horas	S/. 0.45
5 horas	S/. 0.56

fuelle: <https://cenegia.org.pe/blog/motos-electricas-peru-cuanto-ahorran/>

Si bien la información del cuadro anterior corresponde al costo de Kwh = S/.0.45 del 2018, en el presente año el costo asciende a S/.0.5341 el Kwh lo cual representa no más del 20% de aumento, esto quiere decir, que por 5 horas de recarga (Tiempo máximo para recargar la batería) el costo es de S/.0.70, algo que aún es económico cuando se analiza que una carga completa ofrece entre 20 a 40Km de autonomía.

De acuerdo a El Peruano (2018) hasta antes de diciembre del 2018 no era necesario de algún permiso para poder circular por las calles con este vehículo eléctrico; sin embargo, en dicho mes, este vehículo eléctrico se regularizo bajo el decreto supremo N° 019-2018-MTC y se le dio la categoría en la denominación L1, lo cual obliga a su propietario regularizar una tarjeta de propiedad, tener licencia de conducir y adquirir un seguro de accidentes de tránsito (SOAT)

El diagrama de bloques básico del scooter eléctrico en función, solamente, de la batería de litio, controlador de motor y el motor DC es como se muestra en la figura 3 a continuación:

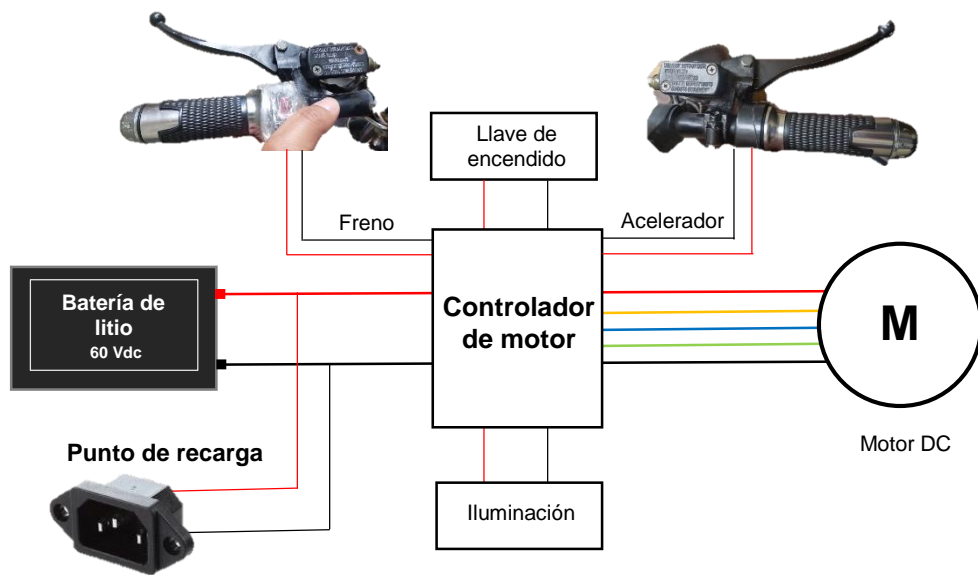


Figura 3. Diagrama De bloques Scooter Eléctrico.
Fuente propia.

En base a la figura anterior se puede desprender un diagrama eléctrico que nos permita tener una visión sobre que parte eléctrica del scooter se alimentara con el sistema a desarrollar en el presente trabajo de investigación. El diagrama eléctrico quedaría representado como se muestra en la figura 4:

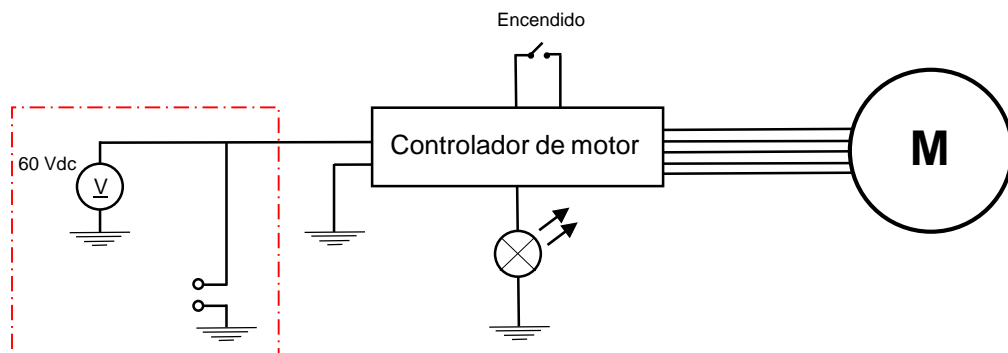


Figura 4. Diagrama eléctrico Scooter Eléctrico.
Fuente propia.

Como se puede apreciar en la figura 4, el cuadrado rojo encierra los componentes sobre los que tomara acción el presente proyecto.

2.2 Modos de obtención de energía eléctrica

De acuerdo a Osinergmin (2017) existen principalmente dos fuentes de energía, las no renovables y las renovables, como fuentes de energía no renovable tenemos el ejemplo de la fuente fósil de donde proviene el petróleo que tanto utilizamos en nuestros sistemas de transporte hoy en día pero que son una gran fuente de contaminación; por otro lado, como fuentes renovables de energía se puede encontrar la eólica, la geotérmica, la mareomotriz y la solar que son fuentes de energía no contaminantes. Si bien, la producción de energía en base a una fuente renovable no es muy económica, la obtención de energía eléctrica en base a la energía solar (Panel fotovoltaico) se ha convertido hoy en día comercial haciendo que los costos bajen significativamente; por otro lado, se tiene a otra fuente de energía no contaminante y económica como es la electromagnética (Dinamo)

2.2.1 Panel fotovoltaico

De acuerdo a Osinergmin (2017) un panel solar se encarga de otorgar energía eléctrica gracias a la radiación de la energía del sol mediante unos colectores que aumenta su temperatura a la exposición de esta radiación.

Existen dos tipos de radiaciones; primero, la radiación directa, la cual es recibida directamente del sol; y segundo, la radiación difusa, la cual se recibe luego de que ha pasado por reflexiones y refracciones en ciertos elementos de la atmosfera.

Un panel fotovoltaico está conformado por células fotovoltaicas, y estos contienen elementos semiconductores sensibles a la energía solar; así, cuando un fotón llega a la célula fotovoltaica su energía se transfiere al electrón de dicha célula fotovoltaica y produce el salto de electrones que da como resultado una diferencia de potencial; para poder obtener mayor diferencia de potencial y corriente se requiere conectar varias células fotovoltaicas.

Según Damia Solar (2017) existen tres tipos de células fotovoltaicas en función al tipo de cristalización de unión p-n del silicio que las conforman; así se tiene:

- Silicio mono cristalino el cual presenta una orientación cristalina con átomos ordenados simétricamente, presentan brillo metálico con una tonalidad azulada y alcanzan un rendimiento de entre 15 a 18%.
- Silicio poli cristalino presenta cambios periódicos en sus orientaciones atómicas y logran un rendimiento del 12 al 14%
- Silicio amorfo el cual presenta hidrogenado de silicio, tiene una tonalidad gris y marrón, su producción es más económica pero su rendimiento no supera el 10%

De acuerdo a Noguera, Pinto & Villareal (2018) cada célula fotovoltaica entrega aproximadamente 0.5 V y en la actualidad se conectan de tal forma que se obtengan módulos fotovoltaicos capaces de producir voltajes comerciales de 6 Vdc, 12 Vdc y 24 Vdc, lamentablemente la potencia capaz de producir una célula fotovoltaica es aun baja, la cual va de 1 a 2 W de una célula de 10 cm x 10 cm; este detalle hace que se requiera hacer conexiones en serie y paralelo de células fotovoltaicas para aumentar voltaje y corriente respectivamente

En promedio se pueden encontrar paneles solares con las siguientes dimensiones dependiendo de su tipo de fabricación:

- Paneles poli cristalinos y mono cristalinos con potencias máximas de 230 W y 245 W y medidas de 160 – 170 cm de altura, 90 – 100 cm de ancho y 4 – 5 cm de espesor.
- Módulos mono cristalinos con potencia máxima de 190 W y 200 W y medidas de 130 – 140 cm de altura, 90 – 100 cm de ancho y 4 – 5 cm de espesor.
- Paneles de película delgada con potencias de 77.5 W y 87.5 W y medidas de 120 cm de altura, 60 cm de ancho y 0.6 – 0.7 cm de espesor

2.2.2 Dinamo

Según Bermúdez & Pedraza (2017) un dinamo es una máquina de corriente continua; es una de las primeras que se utilizaron para la producción y distribución de energía eléctrica; su costo de fabricación es, en sí, más alto que el de la fabricación de una máquina de corriente alterna; debido a que una máquina de corriente continua utiliza escobillas, normalmente de carbón, y precisa de un mantenimiento más seguido.

De acuerdo a Bermúdez & Pedraza (2017) una máquina de corriente continua consta principalmente de dos partes, un estator y un rotor, siendo el estator el cual tiene un campo magnético fijo, mientras que el rotor produce un campo, pero de manera alternada; en algunas máquinas de corriente continua, generalmente las pequeñas, en el estator se utiliza imanes para la generación de campo magnético fijo. Este tipo de máquina tiene una gran ventaja, y es que puede ser utilizado en modo motor o en modo generador, en modo motor se alimenta eléctricamente la máquina para producir el movimiento mecánico, la idea es que internamente tanto el rotor como el estator generen campos magnéticos perpendiculares en todo momento; en cambio, cuando la máquina eléctrica es utilizada como un generador, el principio es generar una fuerza mecánica en el rotor la cual, a su vez, genera una corriente inducida en el estator.

2.2.2.1 Construcción de un dinamo

De acuerdo a Bello (2016) una máquina de corriente continua se conforma (Castillo García, 2017) por dos partes principalmente, un estator que constituye la parte fija y un rotor el cual compone la parte giratoria.

El estator lo conforma una cubierta que funge de culata y en la cual se encuentra el circuito magnético que inducirá un campo de inducción hacia el rotor como se muestra en la figura 5 a continuación:

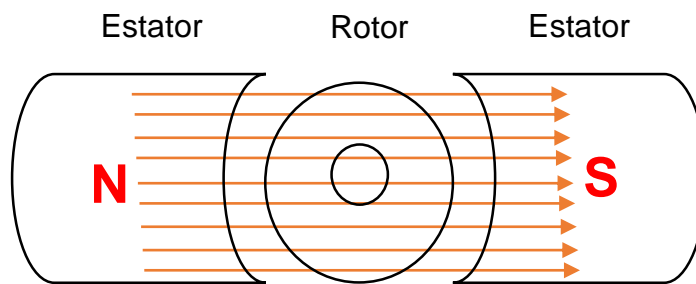


Figura 5. Inducción del estator al rotor.
Fuente propia.

Por otro lado, el rotor está conformado por el inducido; el inducido normalmente está constituido por unos discos ranurados donde se alojan los respectivos devanados como se muestra en la figura 6 a continuación:



Figura 6. Rotor.
Fuente propia

2.2.2.2 Funcionamiento

De acuerdo a Mondragón, Pineda & Trejo (2015) el funcionamiento de una máquina de corriente continua depende de la evaluación, ya sea en modo de motor o en modo de generador, y esto se debe a la dirección que toma la energía. Con el fin de lograr comprender como se produce la generación de energía en una máquina de corriente continua como un generador se considera al rotor en forma de anillo, al ser girado el rotor, se induce en los embobinados de este una fuerza electromotriz debido a los imanes permanentes que se encuentran en el estator. Para lograr calcular la fuerza

electromotriz que se produce en el rotor primero hay que tener presente los tipos de devanados existentes para las máquinas de corriente continua, principalmente son dos tipos de devanados; primero, el devanado imbricado simple; y segundo, el devanado ondulado simple; en el primer tipo de devanado, es decir, el imbricado simple, el número de circuitos derivados coincide con el número de polos; se dice que el número de circuitos es $\#c$ y el número de polos es $\#p$, por lo tanto $\#c = \#p$; por otro lado, en el devanado ondulado simple el número de circuitos siempre será 2 independientemente de la cantidad de polos.

Según Castillo (2017) la función de un generador es convertir un movimiento mecánico en energía eléctrica y se puede hacer una representación gráfica de un generador en donde se incluye a un estator y un rotor como se muestra en la figura 7 a continuación:

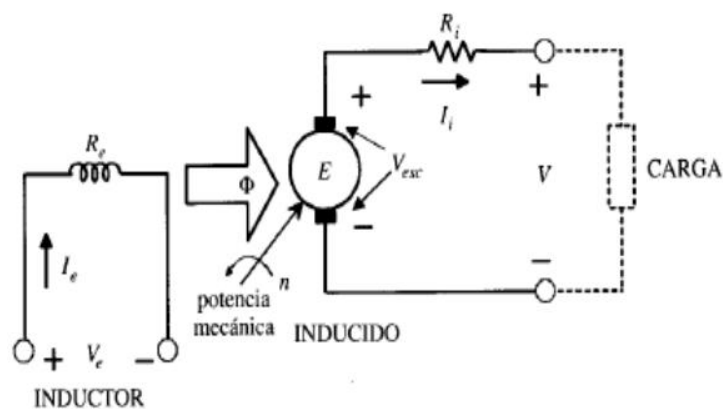


Figura 7. Generador de corriente continua.
Fuente propia

En la figura anterior se aprecia que cuando el rotor gira dentro del campo magnético del estator este genera una fuerza electromotriz la cual está representada por la siguiente fórmula:

$$E = V + R_i I_i + V_{esc} \quad (45)$$

Cuando se conecte una carga al sistema se origina una corriente I_r y produce una caída de diferencia de potencial en el rotor la cual es propia del devanado ahí presente y se representa como R_i ; adicionalmente, se tiene una caída de diferencia de potencial en las escobillas la cual se denomina V_{esc} .

Con la finalidad de lograr determinar la potencia eléctrica obtenida por el generador se multiplica por la corriente inducida I_i toda la fórmula 45, teniendo como resultado la siguiente expresión:

$$EI_i = VI_i + R_i I_i^2 + V_{esc} I_i \quad (46)$$

La ecuación anterior se representa en términos de la potencia así:

$$P_i = P_u + P_j + P_{esc} \quad (47)$$

Análisis entre Panel solar y dínamo: Una de las desventajas del panel solar frente al uso del dinamo como obtención de energía es el tamaño que presentan con la finalidad de obtener una potencia superior a los 150 W, esto hace, por el momento, que un panel solar sea inapropiado para el presente proyecto de investigación dejando el uso del dinamo como opción factible.

2.3 Controlador de carga de batería

De acuerdo a Alonso (s.f.) un controlador de carga es un dispositivo que administra la energía que un sistema es capaz de proporcionar.

De acuerdo a Alonso (s.f.) un regulador de carga tiene las siguientes funciones:

- Evitar la sobre carga y sobre descarga de la batería
- Evitar que el voltaje de la batería retorne al sistema de entrada de voltaje
- Es la encargada de responder ante el consumo eléctrico del sistema sirviendo como un centro de conexión entre la fuente de energía, la batería y la carga.

Existen dos tipos de controladores de carga; primero, el que tiene un regulador PWM y su traducción es modulación por anchura de pulsos; y segundo, el que utiliza un regulador MPPT que significa seguidor de punto máximo de potencia.

De acuerdo a Atersa Shop (2018) el controlador de carga con regulador PWM trabaja como un interruptor que se abre o cierra en función al voltaje que presenta la batería; la idea es en principio como se puede ver en la figura 8 a continuación:

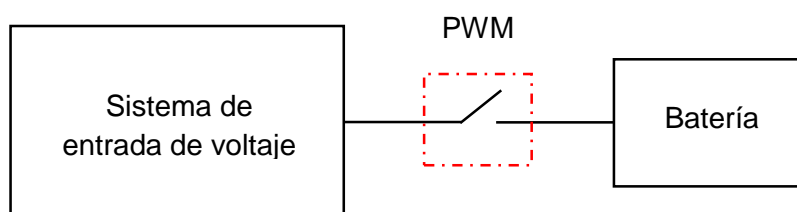


Figura 8. Interpretación de regulador PWM.
Fuente propia.

Como se observa en la anterior, el regulador por PWM trabaja como un interruptor que permite cargar la batería mediante el cierre y apertura del voltaje que proviene del sistema de entrada de voltaje, la lectura del regulador en función del voltaje y tiempo es como se muestra en la figura 9 a continuación:

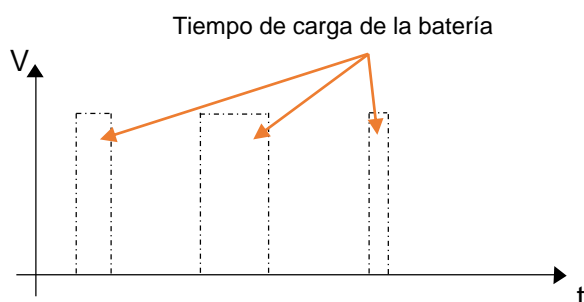


Figura 9. Voltaje de control del regulador PWM.
Fuente propia

Como nos indica Atersa Shop (2018) en este tipo de regulador se puede presentar un problema, para entenderlo se toma el siguiente ejemplo; un sistema de entrada de energía que no es constante y tiene un pico máximo de potencia, por ejemplo 500 w, la

representación de la curva del ejemplo en función de la potencia y voltaje es como se muestra en la figura 10 a continuación:

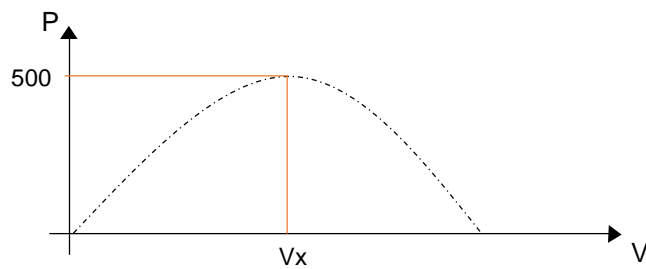


Figura 10. Curva potencia vs voltaje.
Fuente propia.

Cuando se utiliza un controlador con regulador PWM, si se cierra el interruptor, se pondrá el voltaje del sistema de entrada de energía al nivel de la tensión que se tiene en la batería, que normalmente está por debajo de la tensión de potencia máxima del sistema de entrada cuando se inicia la recarga; para poder entender mejor esta situación se muestra en la figura 11 a continuación:

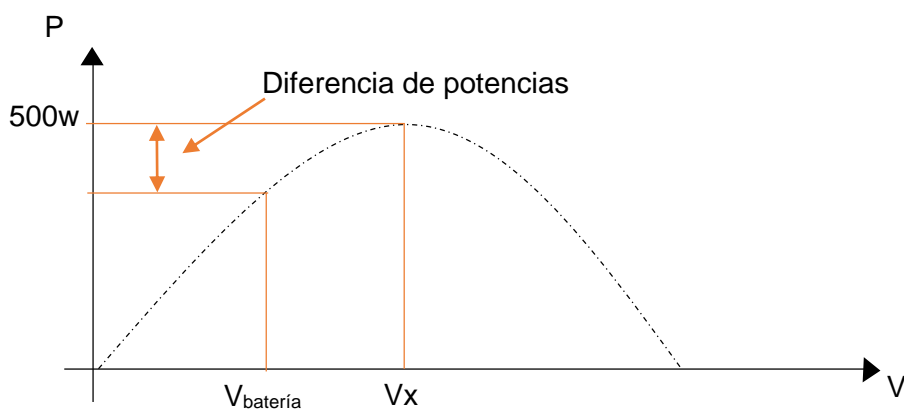


Figura 11. Curva potencia vs voltaje de batería.
Fuente propia.

Como se aprecia en la figura anterior, el voltaje de la batería está por debajo del voltaje de potencia máxima y por consiguiente no se aprovecha la potencia máxima del sistema de

entrada de energía, para dar solución a este problema se utiliza un controlador con regulador MPPT.

De acuerdo a Atersa Shop (2018) el controlador de carga con regulador MPPT tiene el principio como se muestra en la figura 12 a continuación:

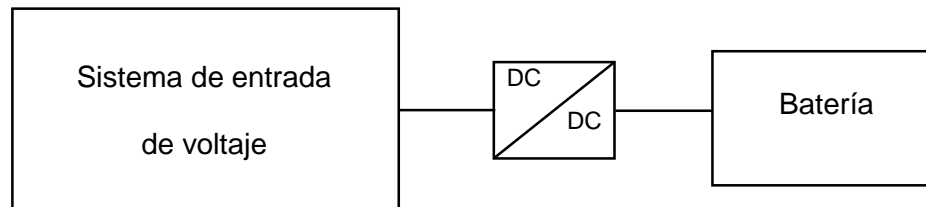


Figura 12. Interpretación de regulador MPPT.
Fuente propia.

Lo que hace el regulador MPPT es mantener siempre el punto de máxima potencia a la entrada y salida aumentando la corriente con lo que se mantiene la máxima potencia y se da mayor carga a la batería.

Adicionalmente, Alonso (s.f.) nos expresa que existe reguladores en serie y en paralelo.

El regulador en serie tiene la operación de un interruptor entre la entrada de energía eléctrica y la batería la cual se abre y cierra dependiendo de la necesidad de carga de la batería, este regulador también tiene un sistema de interrupción entre la batería y la carga con la finalidad de proteger de sobre descargas

Un regulador serie puede utilizar las siguientes técnicas de control:

- Control serie simple (On/Off)
- Control serie lineal
- Control por modulación PWM
- Control multietapa

Por otro lado, el regulador en paralelo trabaja en base a la disipación del excedente de energía valiéndose de un transistor o MOSFET el cual va conectado en paralelo al sistema

de entrada de energía y a la batería, estos sistemas no son muy convenientes debido a la producción de calor que presentan.

A continuación, en la figura 13 se muestra los esquemas básicos de reguladores en serie y paralelo:

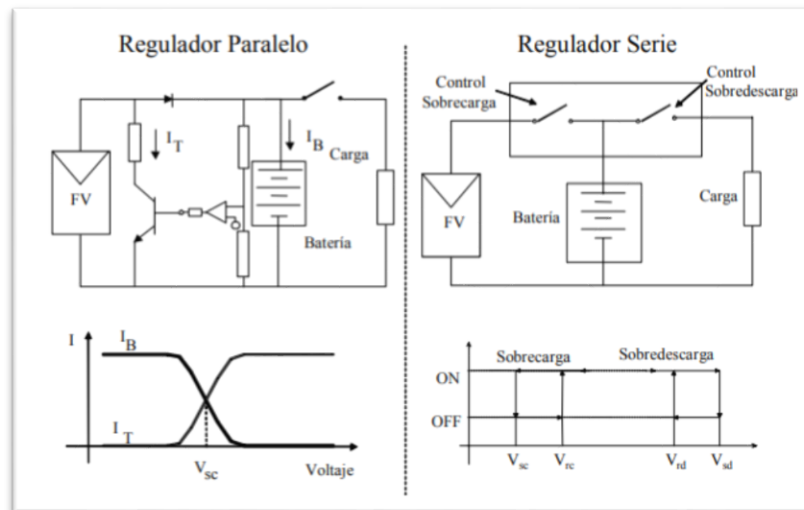


Figura 13. Interpretación de regulador MPPT.

fuelle: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf

2.4 Batería

De acuerdo a Vergara (s.f.) la batería es un dispositivo que permite almacenar energía gracias a un proceso electroquímico.

Existen dos tipos de baterías:

Batería primaria: Este tipo de batería solo puede ser utilizado una vez, es decir, una vez que se ha descargado ya no se puede recargar.

Batería secundaria: Este tipo de batería si permite la recarga mediante la alimentación de corriente continua.

Además, Vergara (s.f.) nos indica que existen tres características que definen a una batería; primero, la cantidad de energía que esta almacena expresada en Wh (watts / hora) y se obtiene de multiplicar el voltaje nominal de la batería por la cantidad de Ah (Amperios horas); segundo, la máxima corriente de descarga, esta característica se expresa en

amperios por horas; y tercero, la profundidad de descarga, que se refiere a la cantidad de energía que se puede obtener de una batería, este valor se expresa en porcentaje

Existe una clasificación de tipos de batería según su material, se tiene de plomo ácido, de nickel cadmio, de polímero litio y de ion litio por citar algunos ejemplos; a continuación, se describe los tipos de batería de plomo ácido.

2.4.1 Batería de plomo ácido

Según De Alba & Muñoz (2017) la batería de plomo ácido es una de la más comercializada en la actualidad y esto responde a su bajo costo y disponibilidad.

Existen 2 tipos de baterías de plomo ácido; primero, la de electrolito inundado o ventilado (VLA) en donde los electrodos están bajo electrolito líquido; y segundo, la sellada o regulada por válvula (VRLA), en la cual el electrolito está en un gel o en un material de separación con propiedades de absorción conocido como AGM (Absorption Glass Matt).

La batería VLA es la más utilizada y la que se encuentra en el mercado automotriz, tiene 3 categorías definidas. Primero; de arranque, iluminación y encendido o SLI por sus siglas en inglés, son económicas, pero tienen un ciclo de vida corto. Segundo; de tracción o ciclo profundo; este tipo de batería es usado en sistemas donde se requiere descargas profundas. Tercero; la batería estacionaria; por lo general este tipo de batería tiene una vida útil prolongada y requiere poco mantenimiento.

La batería VRLA es una batería sellada con la finalidad de evitar la evaporación del electrolito, tiene una vida útil más corta en comparación con las VLA; dependiendo de cómo el electrolito se ha inmovilizado se divide en dos grupos; primero, la batería VRLA AGM, o absorbed glass mat por su nombre en inglés, en esta batería el electrolito se mantiene separado gracias a un separador de fibra de vidrio, este separador está saturado a un 90% con el electrolito y difundido gracias a un efecto

capilar, mientras que el otro 10% proporciona los canales de oxigenación de los gases liberado por las placas durante el proceso de carga y descarga; y segundo, la batería VRLA de electrolito gelificante o gel, en esta batería al electrolito se le añade un agente gelificante con la finalidad de que este se convierta en gel, en esta batería se produce grietas en el gel durante la carga el cual permite recombinar los gases, esta recombinación no es total pero hace que sea innecesario adicionar agua como en las de batería de plomo ácido líquida

Ventajas y desventajas: De acuerdo a Gonzales (2015) la vida útil de una batería de plomo ácido es de 5 a 15 años en función a la temperatura de operación; tiene una tasa de autodescarga de 0.1% lo cual es baja; además, esta batería tiene la ventaja de ser de bajo costo y puede ser utilizado intensivamente; como desventaja se puede mencionar que requiere de mantenimiento constante.

Seguridad: Según Gonzales (2015) a causa de las reacciones entre el electrolito y el electrodo internamente en una batería de plomo ácido, se debe tener presente; primero, en las baterías VLA entre los tiempos de carga y descarga se presenta pérdidas de agua por lo que se debe estar revisando constantemente; y segundo, en la batería VRLA el mantenimiento es menor pero posee el riesgo de explosión, sin embargo, el desarrollo de la tecnología y la investigación ha hecho que este tipo de baterías se vuelva segura.

2.4.2 Baterías de Litio

Según Robles & Robles (2018) el litio es un metal liviano con un potencial de reducción de -3.040 V , posee un gran potencial electroquímico logrando 3860 Ah/Kg : Debido a su potencial de reducción este metal presenta inestabilidad termodinámica con ciertos disolventes, como es el ejemplo del agua e incluso a ambientes húmedos, con la finalidad de reducir esta problemática se emplea el ion litio (ion-Li).

De acuerdo a Robles y Robles (2018) las baterías de litio producen un flujo de electrones gracias al proceso de oxidación del litio que se encuentra en el ánodo produciendo una reducción del material ahí presente; este proceso es reversible, es decir, puede ser repetido en varias oportunidades siempre y cuando se le proporcione un voltaje de recarga de 3.2 Vdc aproximadamente con la finalidad de recargar

Característica

Una de las principales características de este tipo de batería es la capacidad que tienen para generar cierta cantidad de energía sin que disminuya su potencial, esta característica particular puede expresarse en varias formas; primero, capacidad Q , la cual se define como amperios hora; segundo, la capacidad específica Q_e , es la capacidad por unidad de masa, se representa en Ah / Kg ; tercero, la energía específica E_e , que se define como J / g ; y finalmente, la potencia específica P_e , expresado en $Watt / gramo$.

Propiedades

Una de las propiedades de la batería de litio es su resistencia interna la cual es diferente en la descarga y en la carga y también depende de la carga de la batería, si la resistencia aumenta entonces disminuye su eficiencia.

Otra propiedad que tiene la batería de litio es su corriente derivada continua máxima, la cual se refiere a la corriente que la batería puede descargarse de manera constante

El DOD o profundidad de descarga es una proporción entre los ciclos y profundidad de descarga que nos manifiesta el límite de descargas de la batería, lo ideal es que la batería tenga porcentajes de descargas pequeñas y luego sea recargada.

El SOC o estado de carga tiene su valor ideal en un 40% de cargada de la batería con la finalidad de ser almacenada.

Ventajas

De acuerdo a McGrady (2015) las baterías de litio tienen, en comparación con las baterías de plomo ácido, tres veces más densidad de energía por unidad de peso, por lo tanto son capaces de almacenar 3 veces la energía que una batería de plomo.

El litio es un elemento con mejor electronegatividad y ofrece gran capacidad de oxidación

Tienen mayor rapidez en los procesos de carga debido a que disponen de un mayor voltaje en su celda, por consiguiente requiere de menor corriente para obtener la misma energía de regreso.

No requieren carga óptima, mientras que a las baterías de plomo ácido les funciona muy bien el llegar al 100% de su carga en el caso de las baterías de litio funcionan de manera perfecta sin necesidad de llegar al 100 %.

Tiene mayor vida útil, calculada en un promedio de 4000 ciclos con el 80% de profundidad de descarga, en su contra parte una batería de plomo ácido esta entre 500 a 2000 ciclos.

Desventajas

Según McGrady (2015) las baterías de litio no tienen un buen funcionamiento a temperaturas extremas, ante temperaturas bajas los procesos de oxidación se ven obstaculizados, y a temperaturas altas se da favorecimiento a que sucedan otras reacciones como son la generación de corrosión y gases.

Adicionalmente, estas baterías son caras de fabricar y requieren de un circuito protector para evitar sobre carga y sobre descarga de corriente.

2.5 Inversores

De acuerdo a Chauca, Llerena, & Chico (2014) un inversor es un circuito electrónico que hace lo opuesto de un rectificador; es decir, en lugar de convertir la tensión AC en DC, convierte la tensión DC en AC; un inversor es útil cuando se desea obtener un voltaje alterna de 220Vac desde un voltaje continua.

Según el inversor multinivel ya que es este modelo el que se adaptara mejor al presente proyecto debido a que no utiliza transformador de salida, por el contrario, usa componentes semiconductores para la amplificación del voltaje

Según Chauca, Llerena, & Chico (2014) este tipo de inversor utiliza ciertas topologías para realizar la conversión de DC a AC, como por ejemplo el inversor de medio puente, también, el inversor de puente completo y finalmente los inversores que utilizan una serie de conexiones en cascadas de puente H, de capacitores flotantes, de diodo anclado y de múltasela.

2.5.1 Topologías de inversores multinivel

Existe cinco topologías, la topología de medio puente, de puente completo, con conexión de puentes H, de diodo anclado, con capacitores flotantes, multicelda y multicelda apilable; la representación de las diferentes topologías queda representado en la figura 14 a continuación:

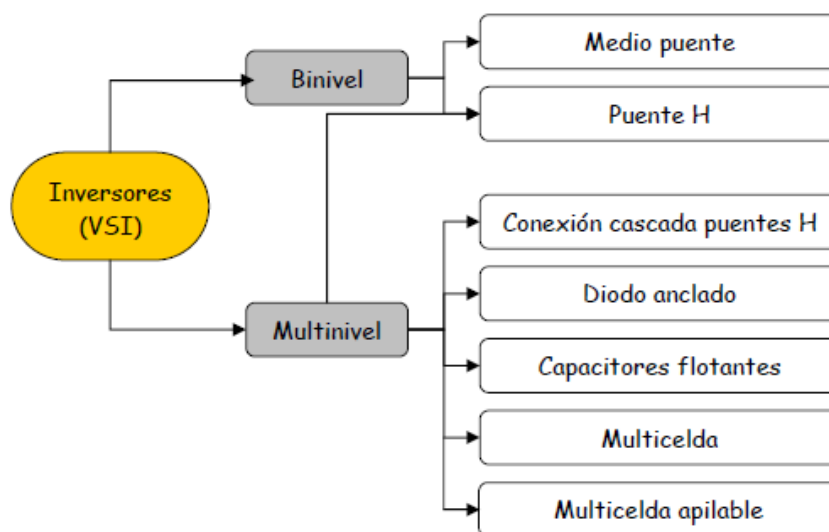


Figura 14. Topología de inversores.
Fuente propia.

2.5.2 Inversores de medio puente

Una topología básica, tiene dos interruptores las cuales trabajan de forma alternada como se puede ver a continuación en la figura 15:

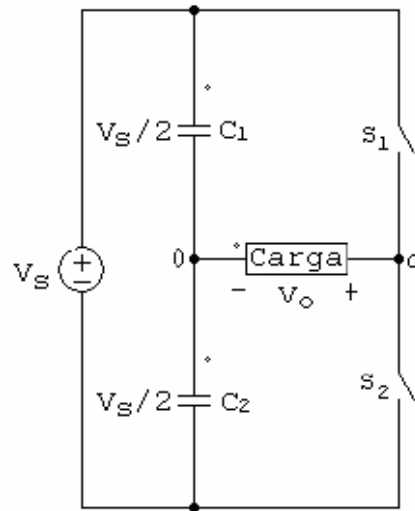


Figura 15. Inversor de medio puente.
Fuente propia.

De acuerdo a la figura anterior, cuando está cerrado S_1 y el voltaje en C_1 se visualiza a la salida y cuando S_2 está cerrado el voltaje presente en C_2 se ve a la salida, esto sucede de forma alternada, la forma de la onda a la salida es simplemente una onda cuadrada.

El voltaje de salida en esta topología será como se muestra en la figura 16 a continuación:

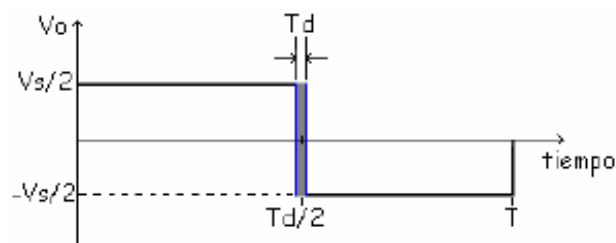


Figura 3. Voltaje de salida en un inversor de medio puente.
Fuente propia.

2.5.3 Inversor de puente H

También conocido como puente completo, algo similar al medio puente, esta topología también utiliza interruptores, pero ya no 2, sino 4, para poder explicar brevemente su funcionamiento se muestra en la figura 17 a continuación:

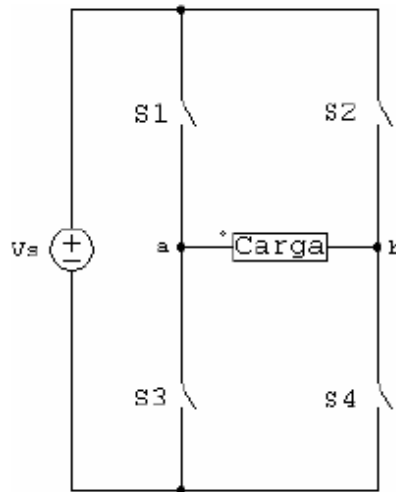


Figura 4. Inversor de puente completo.
Fuente propia.

Como se ve en la figura anterior, el interruptor S1 y S4 trabajan en paralelo y el voltaje V_s aparece en la carga con cierta polaridad; luego, los interruptores S2 y S3 se activan y el voltaje V_s aparecerá en la carga con polaridad invertida a la anterior.

La forma de onda que se obtendría a la salida también sería una de tipo cuadrada como se muestra en la figura 18 a continuación:

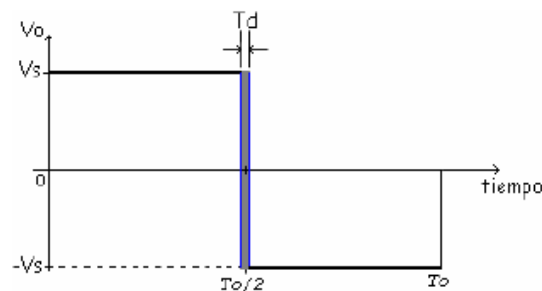


Figura 5. Voltaje de salida en un inversor de puente completo.
Fuente propia.

2.6 Operacionalización de variables e indicadores

Con la finalidad de tener una aproximación más clara de las variables e indicadores se realiza la operacionalización de las variables como se muestra en la siguiente tabla: 2

Tabla 2.

Operacionalización de variables.

Variables	Conceptos	Dimensiones	Indicadores
Potencia eléctrica	Hernández (2016) indico "La ley de Watt dice que la potencia eléctrica es directamente proporcional al voltaje y a la intensidad de corriente eléctrica"	Corriente	Amperios
		Voltaje	Voltios
Autonomía del scooter eléctrico	Duque y Rocana (2018) expresan que la autonomía de un vehículo eléctrico estará definida por la distancia en kilómetros capaz de recorrer.	Distancia recorrida a velocidad baja	Km
		Distancia recorrida a velocidad media	Km
		Distancia recorrida a velocidad alta	Km

Fuente propia.

Como se aprecia en la tabla anterior las variables a ser medidas son; primero, la potencia eléctrica que entrega la etapa de "Obtención de energía eléctrica" expresada en sus dimensiones de corriente y voltaje; y segundo, la autonomía del scooter eléctrico expresada en sus dimensiones de la distancia que logre recorrer el scooter eléctrico a velocidad baja, media y alta (La velocidad baja hasta 15 Km/h, la velocidad media de 16 hasta 25 Km/h y velocidad alta desde 26 hasta 40 Km/h); para esto se compara las distancias recorridas sin el proyecto y con el proyecto instalado.

Para obtener la medición de los valores respectivos se diseña tres instrumentos de medición los cuales se detalla en el anexo F.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Para lograr dar mayor autonomía al scooter eléctrico se necesita obtener energía eléctrica en base de algún trabajo mecánico propio del scooter eléctrico para que luego esta energía alimente de manera constante, cada momento que trabaje el scooter eléctrico, una batería, y así, sirva de fuente de energía para un inversor que finalmente alimente al cargador original de fábrica de la propia batería de litio del scooter eléctrico.

Se detalla brevemente la idea de cada etapa para este proyecto:

Obtención de energía eléctrica: En esta etapa se busca obtener energía eléctrica en función al uso de los dinamos y de algún trabajo mecánico propio del scooter eléctrico, como es el giro de las ruedas.

Control de carga de batería: Esta etapa se encarga de ir regulando la carga de la batería en función a la energía obtenida por los dinamos y a la vez se tiene la función de alimentar la carga requerida del inversor.

Batería de plomo ácido: Se utilizará una batería de plomo ácido de 12 Vdc la cual sirve de respaldo en el momento que el scooter eléctrico se detenga y las ruedas no giren.

Inversor: En esta etapa el voltaje continuo de la batería de plomo ácido o de la etapa de la obtención de la energía eléctrica es transformada en voltaje alterno con la finalidad de alimentar el cargador original de la batería del scooter eléctrico.

Cargador original de la batería del scooter eléctrico: Cargador propio del scooter eléctrico, el cual está diseñado desde fábrica para cargar la batería de litio con la cual opera el vehículo eléctrico.

Batería de litio del scooter eléctrico: Es la fuente de energía original del scooter eléctrico.

Con la finalidad de obtener una mejor visión de lo que se explica, se muestra en la figura 19 la idea del desarrollo de la solución:

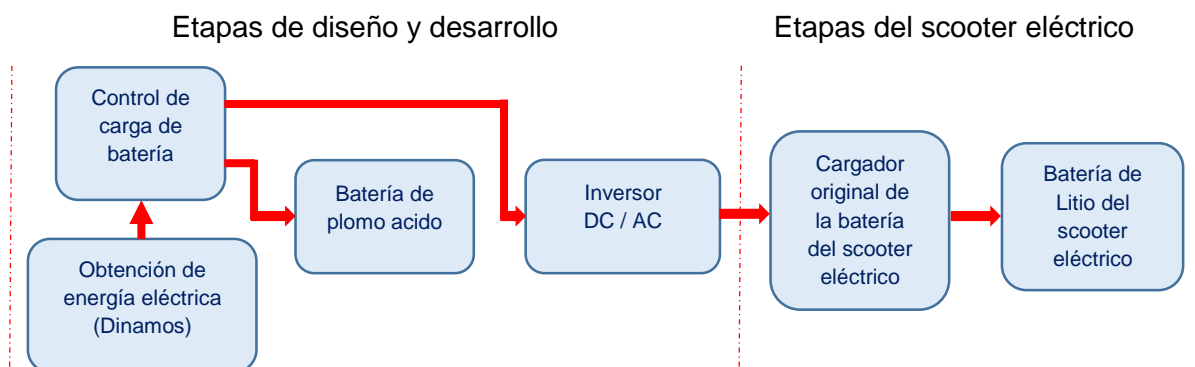


Figura 6. Diagrama de bloques de las etapas del sistema.
Fuente propia.

3.1 Potencias en las etapas del sistema

Antes de iniciar con el desarrollo de las etapas se debe tener presente la potencia que cada etapa requiere, y para lograr dicha finalidad se realizó mediciones en funcionamiento de cada etapa; al final se logró obtener dichas potencias con el objetivo de lograr realizar un análisis desde la última etapa hacia la primera como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Análisis de potencias en las etapas del sistema.

Análisis de potencias en las etapas del sistema	
Salida del cargador original de la batería del scooter eléctrico	117.6 w
Salida del inversor DC / AC	147.4 w
Salida del Control de carga de batería hacia la carga de salida	155.87 w
Salida del Control de carga de batería hacia la carga de la batería	27.6 w

Fuente propia.

De acuerdo a la tabla anterior, la salida del controlador hacia el inversor DC / AC es 155.87 w; entonces, se requiere que la etapa de “obtención de energía eléctrica” entregue como mínimo esa potencia.

3.2 Etapas de diseño y desarrollo

Se muestra etapa por etapa el desarrollo del proyecto.

3.2.1 Diseño de la etapa de “obtención de energía eléctrica”

Se requiere cubrir los requerimientos mostrados en la tabla 4:

Tabla 4.

Requerimientos de la etapa "Obtención de energía eléctrica"

Requerimientos de la energía eléctrica	
Voltaje de salida	12 - 50 Vdc
Potencia de salida	> 155.87 w

Fuente propia.

Es necesario una tensión de 12 Vdc a 50 Vdc y 155.87 W por lo tanto se busca un dinamo que cumpla con esas características.

3.2.1.1 Selección de dinamo

Se muestra tres opciones de motores del mercado local que pueden ser usados como dinamos:

Opción 1:

Dinamo para bicicleta, en la figura 20 se muestra la imagen del dinamo en mención.



Figura 20. Dinamo para bicicleta.
Fuente propia.

Las características del dínamo para bicicleta son mostradas en la tabla 5.

Tabla 5.

Características dinamo para bicicleta.

Características	
Voltaje	12 Vdc
Potencia	6 W
Peso	331 g

Fuente propia.

Si bien este dinamo es muy comercial en el uso para bicicletas, cuando se analiza la potencia que es capaz de entregar, resulta que tiene una potencia muy baja para los requerimientos de este proyecto; si en todo caso se quisiera utilizar este dinamo, habrá que adquirir no menos de 26 dinamos para conseguir en suma 156 w, por lo tanto, no se hace muy práctico la elección de este dinamo.

Opción 2:

Motor Bühler 1.13.044.235, el cual se muestra en la figura 21:



Figura 21. Motor Bühler.
Fuente propia.

Las características de este dínamo se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.

Características motor Bühler.

Características	
Voltaje	12 Vdc
Potencia	50 W
Peso	765 g

Fuente propia.

Este motor tiene mejor potencia que el anterior; sin embargo, el voltaje con el cual trabaja esta justo en el límite inferior de lo requerido; adicionalmente, teniendo presente que se necesita por lo menos 4 motores para poder alcanzar 200 W y así cubrir los requerimientos de potencia de este proyecto, cuando se busca en el mercado local solo se encontró 2 unidades; por lo tanto, debido al voltaje del motor y la oferta del mercado, no se hace posible el uso de este motor.

Opción 3:

Motor Hitachi D06D304E, el cual se muestra en la figura 22:



Figura 22. Motor Hitachi.
Fuente propia.

Las características de este dínamo se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.

Características motor Hitachi.

Características	
Voltaje	38 Vdc
Potencia	53 W
Peso	1.35 Kg

Fuente propia.

Este motor tiene 53 W de potencia; el voltaje con el cual trabaja está en el intermedio del intervalo requerido; adicionalmente, teniendo presente que se necesita por lo menos 3 motores para poder alcanzar 159 W y así cubrir los requerimientos de potencia de este proyecto se opta por utilizar este motor, con la salvedad, que se utilizara 4 motores debido a que se busca asegurar la potencia requerida y se busca dar una proporción simétrica en la adaptación de este motor en el scooter eléctrico.

A continuación, las llantas del scooter eléctrico donde irán instalados dichos motores, se muestran en la figura 23:



Figura 23. Llantas del scooter eléctrico.
Fuente propia

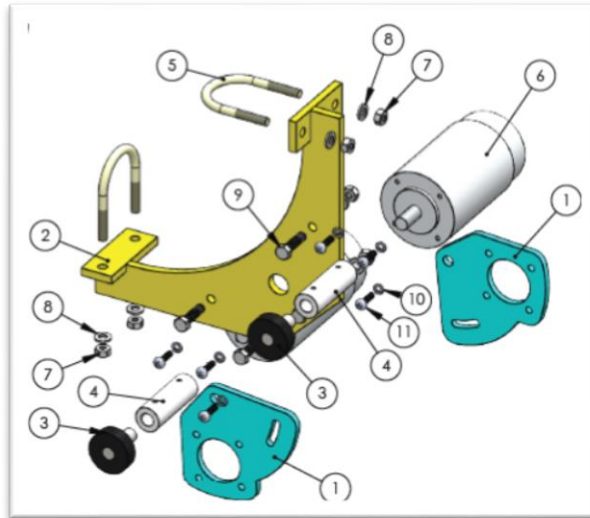
Pero para que los cuatro motores vayan instalados (dos por cada llanta) se debe realizar el diseño de una estructura metálica; el diseño se realiza en el programa SolidWorks y los detalles se explican a continuación.

3.2.1.2 Diseño de las estructuras metálicas

El programa de diseño para las estructuras metálicas es SolidWorks, el trabajo en dicho programa consiste en llevar las medidas de las estructuras de la llanta delantera y trasera del scooter eléctrico a un molde 3D, en el cual se permite el modelamiento de la estructura metálica propuesta; a continuación, se presenta los diseños tanto para la llanta trasera como para la llanta delantera.

3.2.1.2.1 Llanta trasera

El diseño de la estructura metálica para la llanta trasera es como se muestran en la figura 24:



*Figura 24. Diseño de piezas de la estructura metálica para llanta trasera.
Fuente propia.*

Se realizó la medición de los pesos de cada una de las piezas, como se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.

Piezas de la estructura metálica para la llanta trasera.

N°	Nombre	Peso
1	Soporte para el motor	0.22 Kg
2	Soporte para la llanta trasera	0.82 Kg
3	Rueda de poliuretano	0.02 Kg
4	Extensión eje motor	0.06Kg
5	Ubolt tubo 38mm	0.02 Kg
6	Motor dc Hitachi	1.35Kg
7	Tuerca hexagonal	
8	Arandela plana	
9	Perno hexagonal	0.03Kg
10	Arandela de presión M 4	
11	Stove Bolt	

Fuente propia.

El armado de todas las piezas se muestra en la figura 25:

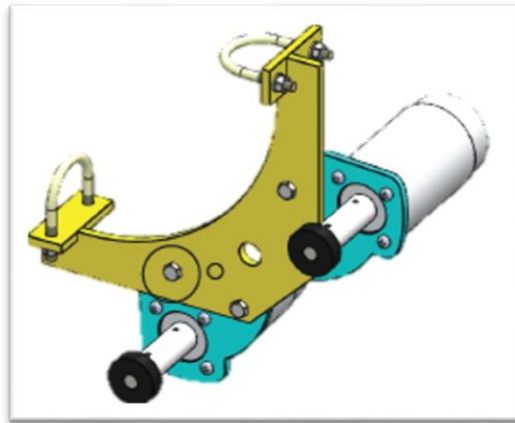


Figura 25. Estructura metálica para llanta trasera.
Fuente propia.

Finalmente la estructura metálica para la llanta trasera queda presentada como se muestra en la figura 26:

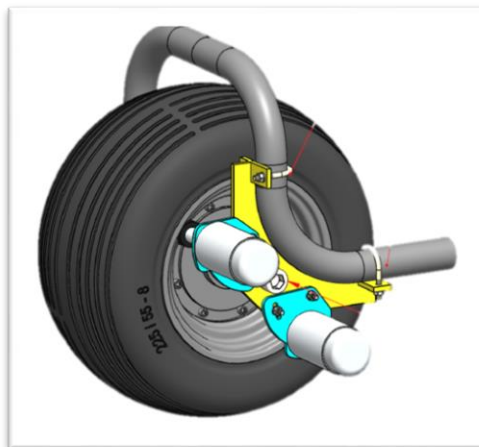
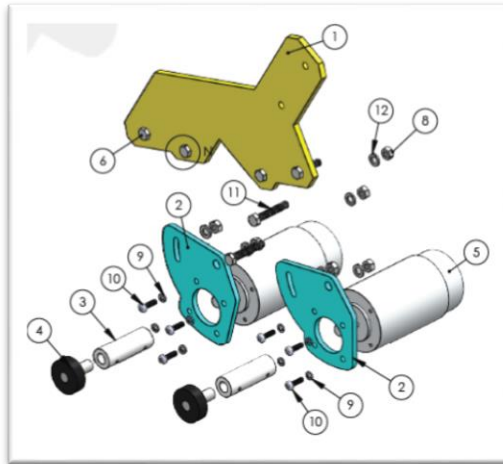


Figura 26. Estructura metálica instalada para llanta trasera.
Fuente propia.

Como se puede observar en la anterior, la idea es que el eje del motor, por medio de la rueda de poliuretano, gire en función al giro de la misma llanta del scooter eléctrico, esto permitirá aprovechar el trabajo mecánico que realice el scooter eléctrico y poder utilizar el motor dc en forma de dinamo para que permita obtener el voltaje y corriente de entrada al sistema que se requiere.

3.2.1.2.2 Llanta delantera

A continuación, el diseño de la estructura metálica para la llanta trasera, como se muestra en la figura 27:



*Figura 27. Diseño de piezas de la estructura metálica para llanta delantera.
Fuente propia.*

Se realizó la medición de los pesos de cada una de las piezas, como se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.

Piezas de la estructura metálica para la llanta delantera.

N°	Nombre	Peso
1	Soporte para la llanta delantera	0.94 Kg
2	Soporte para el motor	0.22 Kg
3	Extensión eje motor	0.06 Kg
4	Rueda de poliuretano	0.02 Kg
5	Motor dc Hitachi	1.35 Kg
6	Perno hexagonal	
7	Arandela plana	
8	Tuerca hexagonal	
9	Arandela de presión M 4	0.04 Kg
10	Stove Bolt	
11	Perno hexagonal	
12	Arandela de presión	

Fuente propia.

El armado de todas las piezas anteriores se muestra en la figura 28:

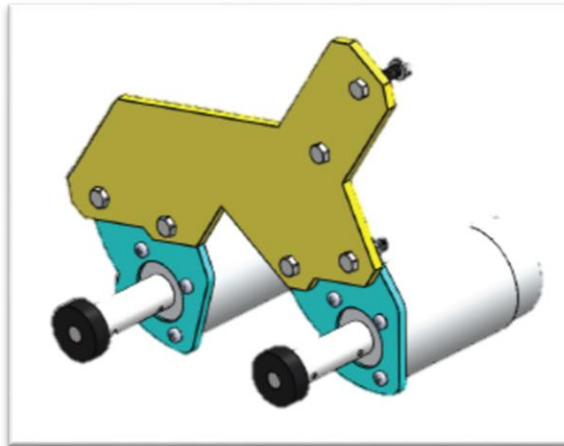


Figura 28. Estructura metálica para llanta delantera.
Fuente propia.

Finalmente la estructura metálica para la llanta trasera debe quedar como se muestra en la figura 29:

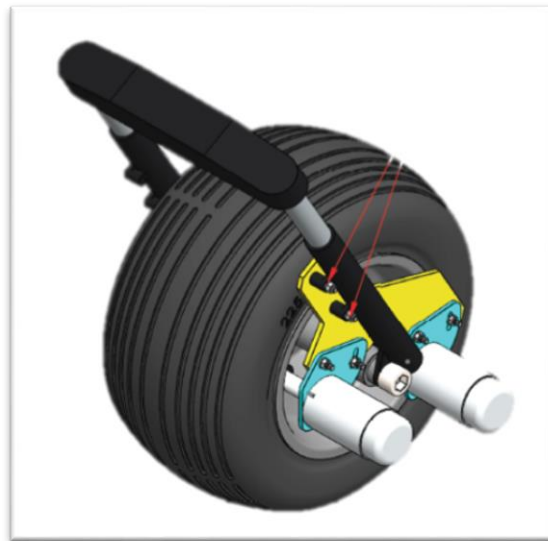


Figura 29. Estructura metálica instalada para llanta delantera.
Fuente propia.

Para ver planos completos del diseño ir a anexos B

3.2.1.3 Cálculo de las revoluciones del eje del motor

Con la finalidad de obtener una idea sobre las revoluciones por minuto que da el eje del motor en función a la velocidad del scooter eléctrico se procede a realizar matemáticamente el cálculo de la siguiente forma:

- Primero, se debe tener claro los diámetros de las 3 circunferencias involucradas en este análisis como se muestra en la figura 30:

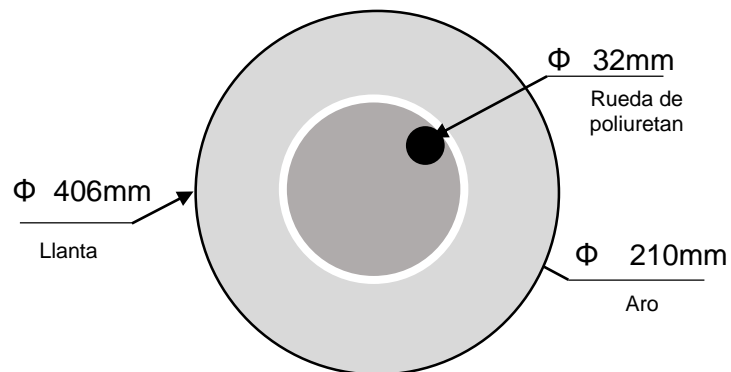


Figura 30. Representación de los diámetros de las ruedas en las llantas.
Fuente propia.

- Segundo, Se representa las velocidades del scooter eléctrico de Km/h a m/min, como se muestran en la tabla 10:

Tabla 10.

Equivalencia de velocidad en m/min del scooter eléctrico

Velocidades	
Km / h	m / min
10	166.67
15	250
20	333.33
25	416.67
30	500
35	583.33
40	666.67

Fuente propia.

- Tercero, se busca la relación de revoluciones entre el aro y la rueda de poliuretano de la siguiente manera
 - La longitud recorrida por el aro de la llanta en una vuelta es:

$$\pi \times \phi = \pi \times 0.21m = 0.66 \text{ m/rev}$$

- La longitud recorrida por la rueda de poliuretano en una vuelta es

$$\pi \times \phi = \pi \times 0.032\text{m} = 0.1 \text{ m/rev}$$

- La relación de revoluciones entre el aro y la rueda de poliuretano es:

$$\frac{0.66}{0.1} = 6.6$$

Con esto se concluye que con cada revolución del aro la rueda de poliuretano da 6.6 revoluciones.

- Cuarto, se calcula los RPM que da el aro de la llanta por cada velocidad del scooter eléctrico, se tiene:

$$\frac{166.67 \text{ m/min}}{0.66 \text{ m/rev}} = 252.53 \text{ rpm}$$

Se representa los valores en RPM para cada velocidad en la tabla 11.:

Tabla 11.

Velocidad en RPM del aro de la llanta del scooter eléctrico.

RPM del aro de la llanta	
Km / h	RPM
10	252.53
15	378.79
20	505.05
25	631.31
30	757.58
35	883.84
40	1010.10

Fuente propia.

- Quinto, se calcula las revoluciones que da el eje del motor en función a la rueda de poliuretano y sobre la relación obtenida entre el aro de la llanta y la rueda de poliuretano, tomando como ejemplo el primer valor en RPM obtenido en el aro de la llanta tenemos:

$$252.53 \times 6.6 = 1666.5 \text{ rpm}$$

Obteniendo finalmente la relación entre la velocidad del motor y los rpm que da el eje del motor, como se muestran en la tabla 12.

Tabla 12.

Velocidades en RPM del eje del motor acoplado a la llanta.

RPM del eje del motor	
Km / h	RPM
10	1666.67
15	2500
20	3333.33
25	4166.67
30	5000
35	5833.33
40	6666.67

Fuente propia.

- Finalmente se grafica el comportamiento de la relación, como se muestra en la figura 31:

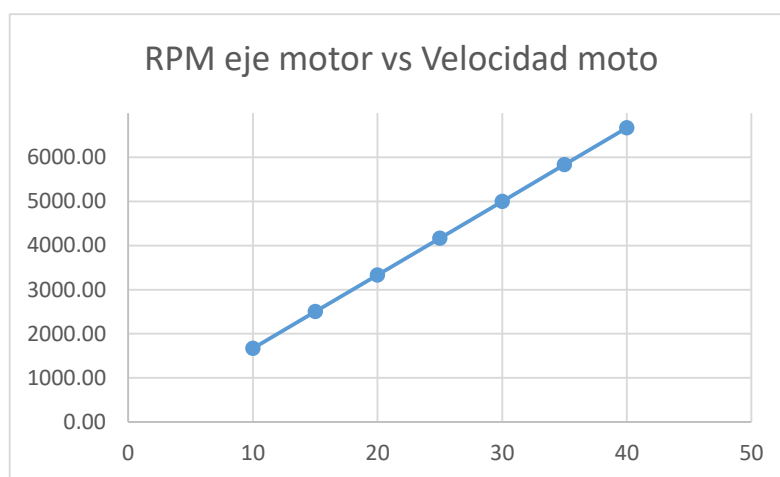


Figura 31. Revoluciones del eje del motor vs la velocidad del scooter eléctrico.
Fuente propia.

3.2.2 Etapa de control de carga de batería

En esta etapa se encuentra el controlador de carga de batería; se debe tener presente que este dispositivo debe estar en la capacidad de manejar una potencia de 155.87 W.

3.2.2.1 Selección de controlador de carga

Para poder seleccionar la mejor opción se realiza una comparación entre 3 propuestas del mercado:

Opción 1

Características de la marca UKC las cuales se muestran en la tabla 13.

Tabla 13.

Características de controlador de carga de batería UKC.

Marca UKC			
Modelo	TX1210	TX1220	TX1230
Voltaje de batería	12 / 24 V		
Corriente de carga	10A	20A	30A
Corriente de descarga	10A	20A	30A
Máximo voltaje de entrada	< 50V		
Consumo	10 mA		
Temperatura	-35 °C a 60 °C		
Dimensiones	150 * 78 * 35 mm		
Peso	158g		

Fuente propia.

Y sus características de carga y descarga de batería son mostradas en la tabla 14.

Tabla 14.

Características de carga y descarga del controlador UKC.

	Gel	Sellada (SLD)	Plomo abierto (FLD)
Voltaje de ecualización	14.2 V	14.4 V	14.6 V
Voltaje de flotación	13.7 V		
Desconexión de carga	10.7 V		
Reconexión de carga	12.6 V		

Fuente propia.

Opción 2

Características de la marca Must, las cuales se muestran en la tabla 15.

Tabla 15.

Características de controlador de carga de batería MUST.

Marca Must			
Modelo	10A 12 / 24 V	20A 12 / 24 V	30A 12 / 24 V
Voltaje de batería	12 / 24 V		
Corriente de carga	10A	20A	30A
Corriente de descarga	10A	20A	30A
Máximo voltaje de entrada	< 50V		
Consumo	13 mA		
Temperatura	-20 °C a 50 °C		
Dimensiones	188 * 95 * 46.5 mm		
Peso	355 g		

Fuente propia.

Y sus características de carga y descarga de batería son mostradas en la tabla 16

Tabla 16.

Características de carga y descarga controlador MUST.

	Gel	Sellada (SLD)	Plomo abierto (FLD)
Voltaje de ecualización	-	14.6 V	14.8 V
Voltaje de flotación		13.8 V	
Desconexión de carga		10.8 V	
Reconexión de carga		12.6 V	

Fuente propia.

Opción 3

A continuación, se muestra las características de la marca BlueSolar en la tabla 17.

Tabla 17.

Características de controlador de carga de batería BlueSolar.

Marca BlueSolar			
Modelo	BlueSolar 12/24-5	BlueSolar 12/24-10	BlueSolar 12/24-20
Voltaje de batería	12 / 24 V		
Corriente de carga	5A	10A	20A
Corriente de descarga	10A	10A	20A
Máximo voltaje de entrada	< 55V		
Consumo	6 mA		
Temperatura	-35 °C a 55 °C		
Dimensiones	133*70*34 mm		153*76*37 mm
Peso	160 g	160 g	180 g

Fuente propia.

Las tres marcas comparadas del mercado tienen las mismas características, tal como se muestra en la tabla 18

Tabla 18.

Características de carga y descarga Bluesolar.

	Gel	Sellada (SLD)	Plomo abierto (FLD)
Voltaje de ecualización	-	14.4 V	-
Voltaje de flotación		13.7 V	
Desconexión de carga		11.1 V	
Reconexión de carga		12.6 V	

Fuente propia.

En función a la potencia y voltaje que se requiere sea capaz de manejar el controlador de carga, el cual es 155.87 W de potencia como mínimo y 12Vdc, se calcula la corriente de carga a controlar en función a la siguiente formula:

$$P = V \cdot I$$

Despejando "I" se tiene:

$$I = \frac{P}{V}$$

Reemplazando valores:

$$I = \frac{155.87 \text{ W}}{12 \text{ Vdc}}$$

Da como resultado

$$I = 12.99 \text{ Adc}$$

Entonces, el controlador de carga de batería debe tener la capacidad de manejar 12.99 amperios; en función a la oferta del mercado se selecciona el modelo UKC modelo: TX1220, el cual permite manejar hasta una corriente de 20 A, tanto en carga como en descarga; se muetsra dicho controlador en la figura 32:



Figura 32. Controlador de carga de batería marca UKC.
Fuente propia.

Información adicional en anexo C

Las características técnicas son las que se muestran a continuación en la tabla 19:

Tabla 19.

Características controlador de carga de batería plomo ácido.

Voltaje de entrada	12 Vdc – 24 Vdc
Corriente de entrada	20 A
Corriente de salida	20 A
Voltaje de carga	14.4 Vdc
Corte de carga	13.7 Vdc
Inicio de carga	12.6 Vdc
Detección y parada de descarga	10.7 Vdc
Medidas	150 * 78 * 35 mm
Peso	158g

Fuente propia.

3.2.3 Etapa de la batería plomo-ácido

Esta etapa consiste en una batería de plomo ácido que se encargará de entregar el voltaje de entrada para el inversor como un respaldo cuando el scooter eléctrico no esté en marcha.

Debido a que el scooter eléctrico no cuenta con un espacio destinado para la batería que se debe agregar y la posición que se le dé a dicha batería implicara algún movimiento del mismo, se opta por adquirir una batería de plomo ácido sellada ya que el tipo de batería de plomo ácido con electrolito líquido no permite mover demasiado la batería ni posicionarla echada en algún espacio.

3.2.3.1 Selección de batería plomo ácido

A continuación, se analizan 3 opciones de baterías del tipo VRLA AGM para poder ser evaluadas y determinar la mejor opción para ser instalada en la etapa de batería en el presente proyecto de investigación.

Opción 1

Batería de la marca Energy Power la cual tiene las características como se indican en la tabla 20.

Tabla 20.

Característica batería Energy Power JP 12 - 12.

Energy Power				
Modelo	JP 12 - 12			
Voltaje	12 Vdc			
Capacidad	0.5 h	1 h	5 h	20 h
	13.4 A	7.85 A	2.04 A	0.6 A
Voltaje de carga	14.4 – 14.8 Vdc			
Dimensiones	151 * 98 * 95 mm			
Peso	3.6 Kg			

Fuente propia.

La imagen de dicha batería puede ser apreciada en la figura 33:



Figura 33. Batería energy power JP 12 -12.
Fuente propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior esta batería tiene la capacidad de entregar 13.4 A y 12 Vdc por un periodo máximo de 30 min, esto no ofrece mucha autonomía de la batería en función al tiempo teniendo en cuenta que la corriente que requiere la salida del cargador de carga a la salida es de

12.99 A para alimentar al inversor y poder mantener al sistema operando; por lo tanto, esta batería no es tomada en cuenta para ser utilizada en el presente proyecto.

Opción 2

Batería de la marca CDP la cual tiene las características como se indican en la tabla 21.

Tabla 21.

Características batería CDP SS 18 - 12.

CDP			
Modelo	SS 18 - 12		
Voltaje	12 Vdc		
Capacidad	0.5 h	1 h	1.5 h
	16.80 A	10.99 A	9.05 A
Voltaje de carga	14.6 - 14.8 Vdc		
Dimensiones	98 * 95 * 101 mm		
Peso	3.6 Kg		

Fuente propia.

La imagen de dicha batería puede ser apreciada en la figura 34:



Figura 34. Batería CDP SS 18 - 12.
Fuente propia.

Como se puede apreciar en la tabla anterior esta batería tiene la capacidad de entregar 16.80 A y 12 Vdc por un periodo máximo de 30 min, si de por si ofrece 3.4 A más que la batería anterior en un periodo de 30 min sigue siendo poco en autonomía; por lo tanto, no se considera esta batería para su implementación en este proyecto.

Opción 3

Batería de la marca RITAR la cual tiene las características como se indican en la tabla 22.

Tabla 22.

Características batería Rita RT 12260.

RITAR				
Modelo	RT 12260			
Voltaje	12 Vdc			
Capacidad	0.5 h	1 h	5 h	20 h
	25.45 A	15.31 A	4.056 A	1.26 A
Voltaje de carga	14.6 – 14.8 Vdc			
Dimensiones	166 * 175 * 125 mm			
Peso	8.2 Kg			

Fuente propia.

La imagen de dicha batería puede ser apreciada en la figura 35:



Figura 35. Batería Ritar RT 12260.
Fuente propia.

Para más información ver anexo D

Como se muestra en la tabla anterior esta batería proporciona 15.31 A por una hora, y siendo los requerimientos de la salida del controlador de carga una corriente de 12.99 A, esta batería proporciona una hora de autonomía lo cual se considera suficiente; adicionalmente, las dimensiones de esta batería permiten que se pueda ubicar en el scooter eléctrico sin problemas. Por consiguiente, se selecciona esta batería para ser utilizada en el presente proyecto.

3.2.4 Etapa del inversor

Para esta etapa, solo se requiere que la tensión directa entregada por la etapa de control de carga de batería sea convertida a una tensión alterna de 220 Vac, la que finalmente servirá para alimentar a las etapas del scooter eléctrico.

Los requerimientos mínimos para la etapa del inversor DC/AC son como se muestran en la tabla 23.

Tabla 23.

Requerimientos mínimos para la etapa del inversor DC / AC.

Requerimientos del inversor	
Voltaje de entrada	12 Vdc
Voltaje de salida	220Vac
Potencia	155.87 W

Fuente propia.

El requerimiento mínimo se muestra en la tabla anterior y para poder satisfacer esta necesidad se evalúa algunas propuestas del mercado.

3.2.4.1 Selección del inversor

Se realiza una comparación entre 3 propuestas del mercado.

Opción 1

Inversor de la marca MUST la cual tiene las características mostradas en la tabla 24:

Tabla 24.

Características del inversor marca MUST

Modelo	EP20-300	EP20-500	EP20-600	EP20-800	EP20-1000
Potencia	300 W	500 W	600 W	800 W	1000 W
Voltaje de entrada	$10.5 \pm 0.3 \text{ Vdc} / 21 \pm 0.6 \text{ Vdc}$				
Voltaje de salida	$220 \text{ Vac} \pm 10 \%$				
Frecuencia de salida	$50 \text{ Hz} \pm 0.3 \text{ Hz}$				
Dimensiones	$265 * 120 * 295 \text{ mm}$				
Peso	7Kg	9.5Kg	10.5 Kg	12 Kg	12.5 Kg

Fuente propia.

La imagen de dicho inversor puede ser apreciada en la figura 36:



Figura 36. Inversor MUST.
Fuente propia.

Las características del inversor mostrado en la tabla anterior hacen notar que su modelo más básico, como es el EP20-300, cumple con el requerimiento de potencia mínimo de 155.87 W; sin embargo, el peso de 7Kg le resta a la posibilidad de ser seleccionado para la implementación del proyecto.

Opción 2

Inversor DY la cual tiene las características mostradas en la tabla 25.

Tabla 25.

Características inversor DY.

Modelo	DY8102	DY8103	DY8105	DY8109	DY8111N
Potencia	120 W	160 W	280 W	400 W	600 W
Voltaje de entrada	10 Vdc / 15 Vdc ± 0.5 Vdc				
Voltaje de Salida	220 Vac $\pm 10\%$				
Frecuencia de salida	50 hz ± 2 Hz				
Dimensiones	82.4 *	102.4 *	122.4 *	152 *	198 * 88
	89 * 47	89 * 47	89 * 47	89 * 47	* 65 mm
	mm	mm	mm	mm	
Peso	0.30 Kg	0.35 Kg	0.42 Kg	0.50 Kg	0.93 Kg

Fuente propia.

La imagen de dicho inversor puede ser apreciada en la figura 37:



Figura 37. Inversor DY.
Fuente propia.

De acuerdo a la tabla anterior la potencia de los inversores mostrados en lista el modelo DY 8105 puede trabajar a 280W lo cual satisface el requerimiento de potencia, igualmente el modelo siguiente DY 8109 con una potencia de 400 W y los pesos expresados desde 0.42 Kg hasta 0.50 Kg les permite ser una buena opción para la selección en el presente proyecto.

Opción 3

Inversor ZONHAN la cual tiene las características mostradas en la tabla 26.

Tabla 26.

Características inversor Zonhan.

Modelo	TW-500-12V	TW-500-24V	TW-500-48V
Potencia	500 W		
Voltaje de entrada	10.8 - 15.5 Vdc	21.6 - 31 Vdc	43.2 - 62 Vdc
Voltaje de salida	100-120Acv / 200-240 Vac		
Frecuencia de salida	50 Hz \pm 0.1%		
Dimensiones	315 * 195 * 135 mm		
Peso	2.5 Kg		

Fuente propia.

La imagen de dicho inversor puede ser apreciada en la figura 38:



Figura 38. Inversor ZONHAN.
Fuente propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el modelo de inversor de la marca ZONHAN que se ajusta a nuestro diseño es el modelo TW-500-12V debido a que el voltaje que entrega el controlador de carga de la batería es de,

precisamente, 12 Vdc, los otros modelos no se ajustan al proyecto debido a que requieren una entrada de 24Vdc y 48Vdc

Finalmente, en función a las comparaciones realizadas y de acuerdo a la oferta en el mercado local, se adquirió el inversor modelo DY-8109 de 500W, siendo las características del inversor DC/AC las que se muestran a continuación en la tabla 27

Tabla 27.

Características inversor DY.

Características del inversor	
Voltaje de entrada	10.5 Vdc a 15 Vdc
Voltaje de salida	220Vac \pm 10%
Potencia	400W

Fuente propia.

Para más información sobre el inversor ver anexo E

3.3 Conexión de las etapas

Las etapas descritas hasta este momento, cada una con sus respectivos componentes son conectados de la siguiente manera como se muestran en la figura 39:

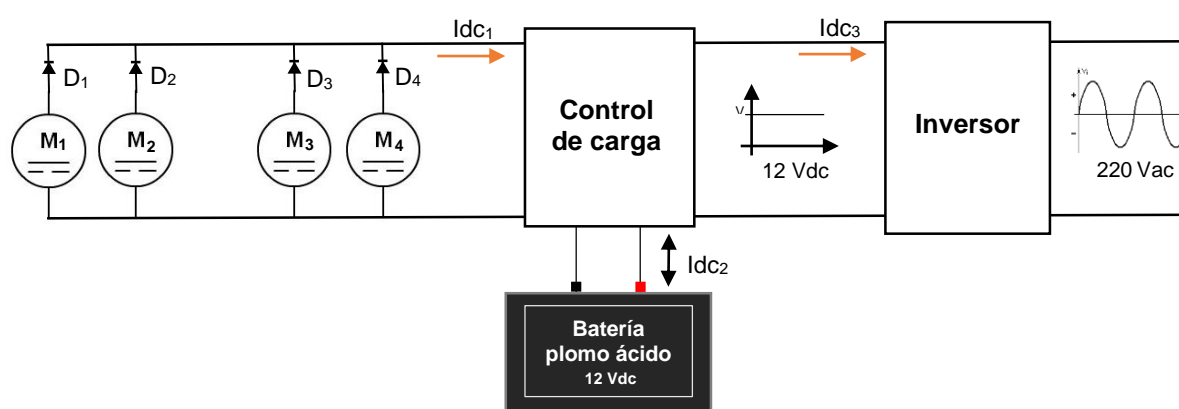


Figura 39. Diagrama de conexiones.
Fuente propia.

La descripción a continuación:

- D1, D2, D3 y D4 son diodos de protección.
- M1, M2, M3 y M4 son los motores que operaran como dinamos.
- I_{dc1} es la corriente que se obtiene de los dinamos.
- I_{dc2} es la corriente de la batería.
- I_{dc3} es la corriente de entrada al inversor.

La conexión de los 4 motores en paralelo es con la intención de ganar corriente.

3.4 Etapas del scooter eléctrico

Las etapas del scooter eléctrico son dos como se muestran al inicio de esta unidad, siendo el “Cargador original de la batería del scooter eléctrico” y la “Batería de litio del scooter eléctrica”, las etapas del scooter eléctrico se muestran con carácter informativo ya que no se realizará ninguna modificación o alteración de las mismas.

3.4.1 Cargador original de la batería del scooter eléctrico

Esta etapa consiste en un cargador original propio del scooter eléctrico, el cual está diseñado de fábrica exclusivamente para cargar la batería de litio con la cual se alimenta el motor del scooter eléctrico; el cargador se muestra en la figura 40:



Figura 40. Cargador original de la batería de litio del scooter eléctrico.
Fuente propia.

Las características técnicas del cargador son como se muestran a continuación en la tabla 28.

Tabla 28.

Características del cargador de la batería de litio del scooter.

Características del cargador original del scooter eléctrico	
Voltaje de entrada	100 - 240 Vac
Max corriente de entrada	2.5 A
Voltaje de salida	67.2 Vdc
Max corriente de salida	1.75 A

Fuente propia.

De acuerdo a la tabla anterior tenemos una salida de 67.2 Vdc y una corriente de 1.75 A, lo que nos exige una potencia de 117.6W.

3.4.2 Batería de litio del scooter eléctrico

La batería de litio propia del scooter eléctrico es la que se muestra a continuación en la figura 41:



Figura 41. Batería de litio del scooter eléctrico.
Fuente propia.

Siendo las características como se muestran en la tabla 29:

Tabla 29.

Características de la batería de litio del scooter eléctrico.

Características de la batería de litio del scooter eléctrico	
Voltaje de salida	60 Vac
Corriente de salida	12 Ah

Fuente propia.

3.5 Análisis del peso en el scooter eléctrico

Los componentes seleccionados durante todo el diseño para el scooter eléctrico originan un peso sobre la plataforma de dicho scooter eléctrico, los componentes son los siguientes, como se muestran en la tabla 30.

Tabla 30.

Peso de componentes adaptados en la plataforma del scooter eléctrico.

Controlador de carga de batería	0.158 Kg
Batería	8.20 Kg
Inversor	0.50 Kg
TOTAL	8.858 Kg

Fuente propia.

De acuerdo a la tabla anterior se observa que el peso total que origina todos los componentes en el scooter eléctrico es de 8.858 Kg, estos componentes estarán colocados dentro de una caja como se muestra a continuación en la figura 42:

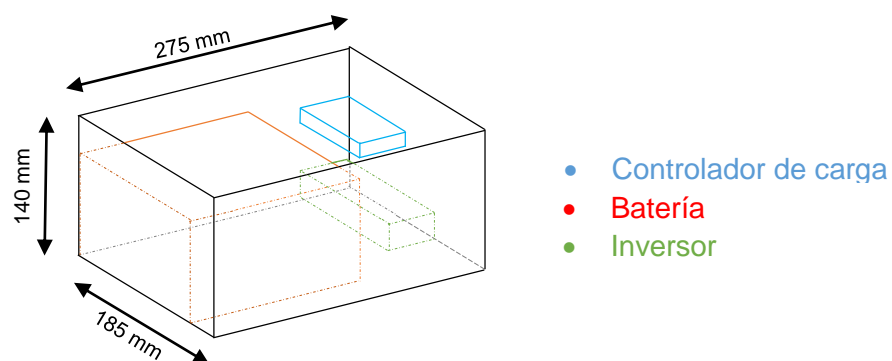


Figura 42. Caja de componentes.

Fuente propia.

Esta caja se posiciona encima de la plataforma del scooter eléctrico debajo del asiento del piloto como se muestra a continuación en la figura 43:



Figura 43. Caja de componentes en el scooter eléctrico.
Fuente propia.

El scooter eléctrico está diseñado para soportar 200Kg (ver anexo A) por lo tanto el adicionarle la caja con los componentes no perjudicará en su desempeño.

En relación a las partes y componentes instalados en la llanta delantera y trasera, a continuación, se detalla independientemente el análisis para cada una de ellas.

Llanta delantera

Como se puede apreciar de acuerdo al diseño de la estructura metálica para la llanta delantera el peso que se adiciona es como se muestra en la tabla 31.

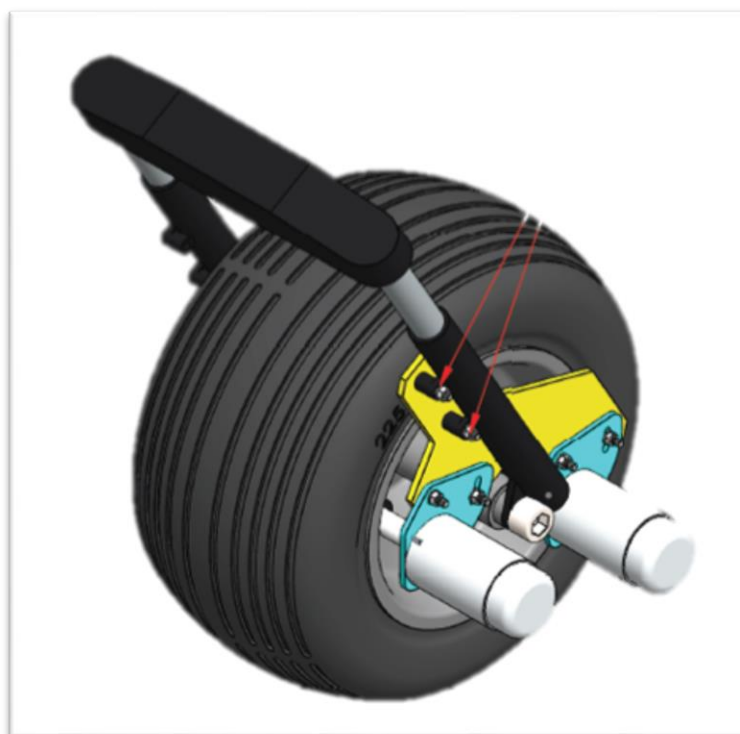


Tabla 31.

Peso de estructura y componentes adaptados a la llanta delantera.

N°	Nombre	Peso / unidad	Cantidad	Peso Final
1	Soporte para la llanta delantera	0.94 Kg	1	0.94 Kg
2	Soporte para el motor	0.22 Kg	2	0.44 Kg
3	Extensión eje motor	0.06 Kg	2	0.12 Kg
4	Rueda de poliuretano	0.02 Kg	2	0.04 Kg
5	Motor dc Hitachi	1.35 Kg	2	2.70 Kg
6	Perno hexagonal			
7	Arandela plana			
8	Tuerca hexagonal			
9	Arandela de presión M 4	0.04 Kg	1	0.04 Kg
10	Stove Bolt			
11	Perno hexagonal			
12	Arandela de presión			
TOTAL				4.24 Kg

Fuente propia.

Llanta trasera

Como se puede apreciar de acuerdo al diseño de la estructura metálica para la llanta trasera el peso que se adiciona es como se muestra en la tabla 32.

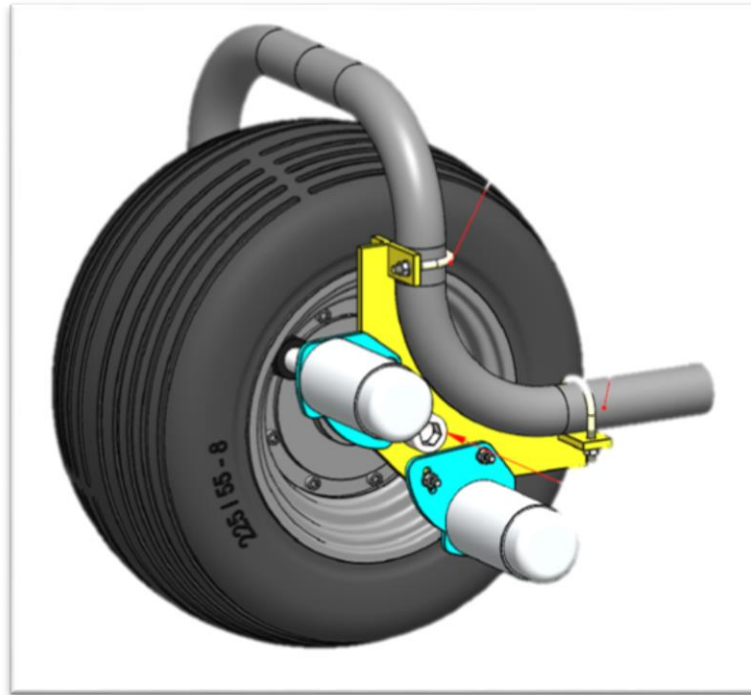


Tabla 32.

Peso de estructura y componentes adaptados a la llanta trasera.

N°	Nombre	Peso / unidad	Cantidad	Peso final
1	Soporte para el motor	0.22 Kg	2	0.44Kg
2	Soporte para la llanta trasera	0.82 Kg	1	0.82 Kg
3	Rueda de poliuretano	0.02 Kg	2	0.04 Kg
4	Extensión eje motor	0.06Kg	2	0.12 Kg
5	Ubolt tubo 38mm	0.02 Kg	2	0.04 Kg
6	Motor dc Hitachi	1.35Kg	2	2.70 Kg
7	Tuerca hexagonal			
8	Arandela plana			
9	Perno hexagonal	0.03Kg	1	0.03 Kg
10	Arandela de presión M 4			
11	Stove Bolt			
TOTAL				4.16 Kg

Fuente propia.

Como se puede ver en las dos tablas anteriores el peso adaptado a ambas llantas suman 8.40 Kg, si a este peso se suma el peso de la caja que irá en la plataforma del scooter eléctrico, lo cual es 8.858 Kg, se tiene un peso total acoplado de 17.258 Kg, lo cual representa un 8.63% del peso que el scooter eléctrico puede cargar, el cual es 200 Kg de acuerdo a la información del anexo A.

Por consiguiente, el peso acoplado al scooter eléctrico en relación al diseño desarrollado no afecta a su rendimiento.

3.6 Conexión eléctrica final

En base a la figura 4 mostrada en el capítulo 2 y a la figura 39 mostrada en este capítulo, se logra presentar el diagrama eléctrico de la conexión entre la batería del scooter eléctrico y el sistema de mejora de autonomía, en el cual, se aprecia que es el cargador original del scooter eléctrico quien conecta ambos sistemas debido a que este cargador ya viene diseñado de fábrica con la finalidad de cargar adecuadamente la batería de litio con la corriente y el voltaje apropiado. A continuación se muestra la como es la conexión eléctrica en la figura 44:

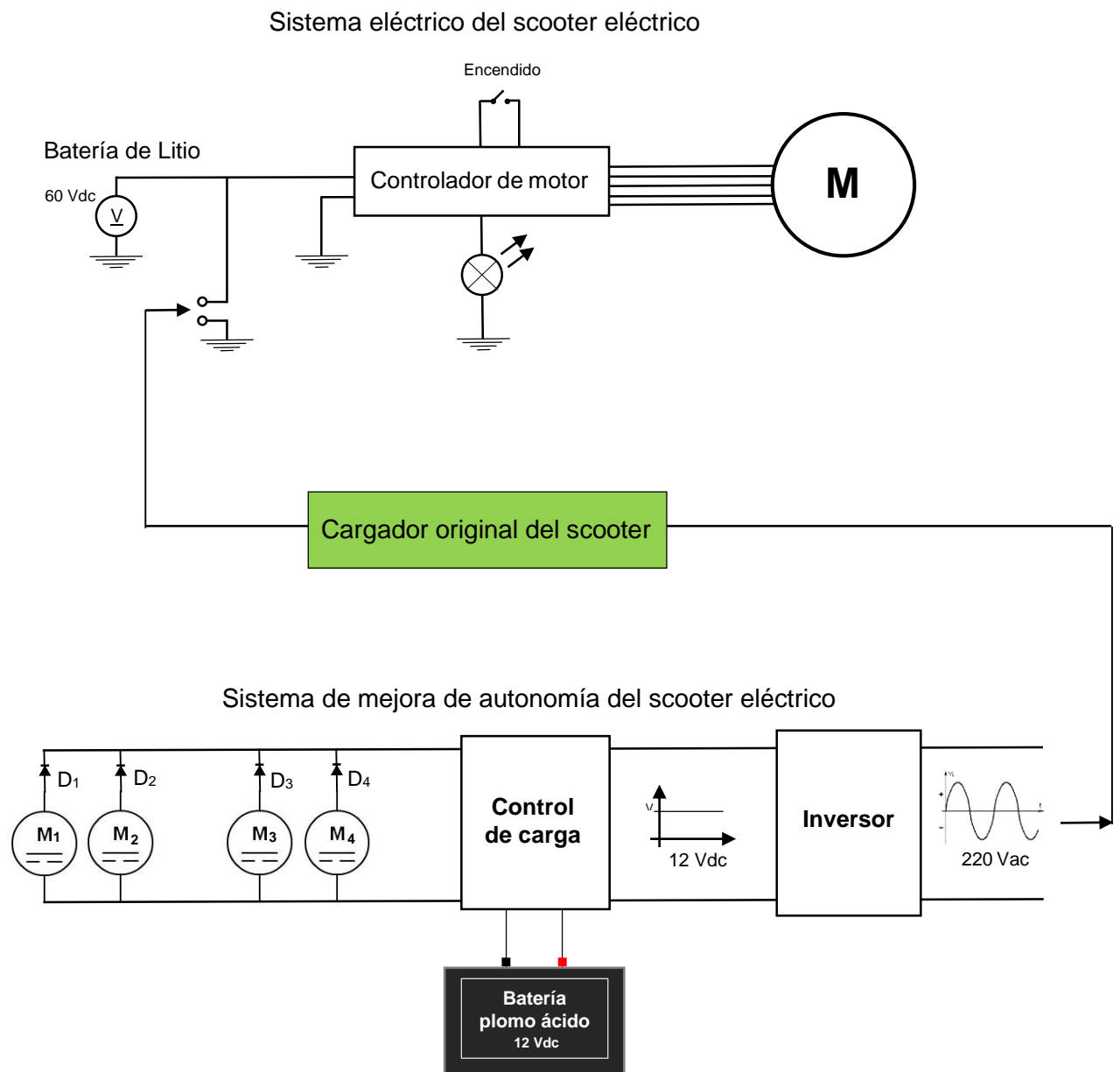


Figura 7. Conexión eléctrica entre batería de litio y sistema de mejora de autonomía.
Fuente propia.

3.7 Metodología

En el presente proyecto; primero, se realizó la medición de las variables definidas en la operacionalización de las variables con la finalidad de registrar los datos en los instrumentos de medición (Anexo F); segundo, se aplicó estadística descriptiva para definir la correlación de las variables; y finalmente, se comparó entre las distancias que recorre el scooter eléctrico sin y con el sistema de mejora de autonomía instalado para determinar el porcentaje de mejora.

3.7.1 Tipo de investigación

De acuerdo a Sánchez y Reyes (2015) el tipo de investigación aplicada es aquella que se diferencia por el deseo de aplicar conocimientos a una situación en particular y obtener los resultados de las consecuencias prácticas que de ella deriven (pág. 44)

3.7.2 Población y muestra

Población

La población en el presente proyecto está definida por las velocidades útiles de conducción que el scooter eléctrico logra desarrollar con la finalidad de movilizarse, las cuales van desde 10 Km/h hasta 40 Km/h y expresadas en cantidades discretas; es decir, la población es igual a 31 velocidades, partiendo desde 10 Km/h hasta 40Km/h.

Muestra

Debido a que el tamaño de la población en el presente trabajo de investigación es pequeño, se está tomando a toda la población como muestra para el análisis de las variables.

3.7.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Sánchez y Reyes (2015) una técnica es el medio con el cual se logra recopilar información del fenómeno en estudio (pág. 163), adicionalmente indica que la observación sistemática es una técnica directa la cual es planificada y se

ayuda de instrumentos específicos (pág. 164); por consiguiente, la técnica utilizada en el presente proyecto fue la observación sistemática.

El instrumento utilizado en el presente trabajo de investigación fue fichas de observación (anexo F)

3.7.4 Plan de procesamiento y análisis de datos

Se realizará mediante la aplicación de la estadística descriptiva empleando la correlación y regresión lineal entre los valores obtenidos en las mediciones de las variables definidas en la operacionalización de variables.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Para poner en marcha el desarrollo de la solución se dio inicio a la implementación de cada una de las etapas, por lo tanto, a continuación, se ira exponiendo cada una de ellas indicando su respectivo proceso de implementación:

4.1 Etapa de “Obtención de energía eléctrica”

Para la implementación de esta etapa primero se fabricó las piezas metálicas correspondiente cada una de las llantas mencionadas en la etapa de diseño.; el metal utilizado para la fabricación fue el acero ASTM A-36.

4.1.1 Estructura metálica para la llanta delantera

Las piezas para la estructura metálica de la llanta delantera quedaron como se muestra en la figura 45:



Figura 8. Piezas metálicas para la llanta delantera.
Fuente propia.

A continuación, se detalla cada una de las piezas numeradas:

1. Soporte para la llanta delantera.
2. Soporte para el motor.
3. Rueda de poliuretano y extensión eje motor.
4. Motor DC Hitachi.
5. Motor con la rueda de poliuretano y la extensión eje motor.

Al momento de realizar la instalación de las piezas metálicas para la llanta delantera se observó que los motores junto con la rueda de poliuretano y la extensión eje motor no cuadraba exactamente en la parte externa del aro de la rueda, sino que más bien esta quedaba muy adentro produciendo que chocara con el pitón de la llanta, por tal motivo se tuvo que realizar un cambio en la estructura de la extensión eje motor quedando como se muestra en la figura 46:



Figura 9. Rectificación de acople eje motor para la llanta delantera.
Fuente propia.

La presentación en los motores para la llanta delantera quedó como se muestra en la figura 47:

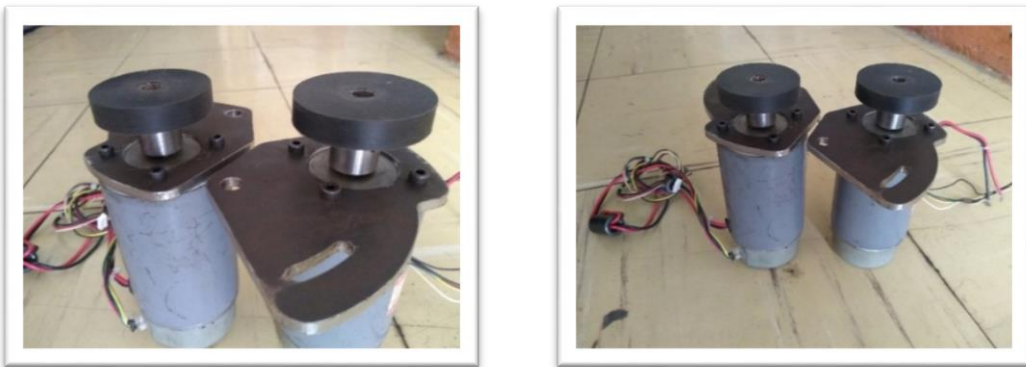


Figura 10. Presentación motores con extensión eje motor para la llanta delantera.
Fuente propia.

Con las piezas de la estructura metálica de la llanta delantera rectificadas se procedió a realizar el armado en el scooter eléctrico, la cual quedó como se muestra a continuación en la figura 48:



Figura 11. Instalación de piezas de la estructura metálica para la llanta delantera.
Fuente propia.

4.1.2 Estructura metálica para la llanta trasera

Las piezas para la estructura metálica de la llanta trasera quedaron como se muestra en la figura 49:

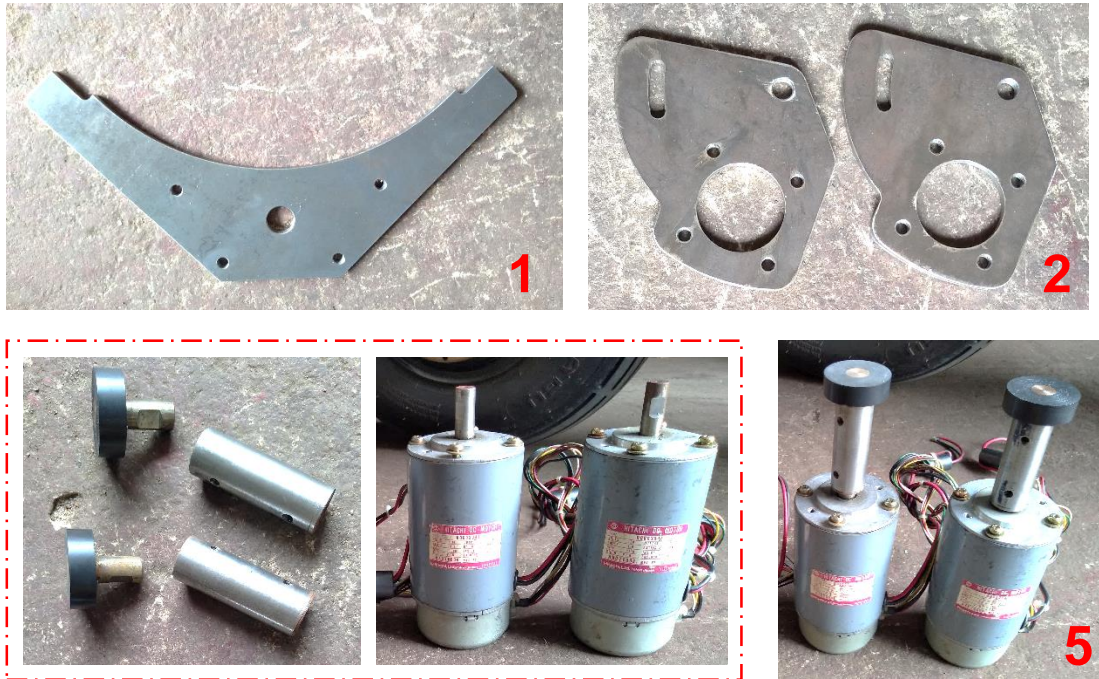


Figura 12. Piezas metálicas para la llanta trasera.
Fuente propia.

Se detalla cada una de las piezas numeradas:

1. Soporte para la llanta trasera.
2. Soporte para el motor.
3. Rueda de poliuretano y extensión eje motor.
4. Motor DC Hitachi.
5. Motor con la rueda de poliuretano y la extensión eje motor.

Una vez obtenidas las piezas de la estructura metálica de la llanta trasera se procedió a realizar el armado en el scooter eléctrico como se muestra a continuación en la figura 50:



*Figura 13. Instalación de piezas metálicas para la llanta trasera.
Fuente propia.*

4.1.3 Pruebas de voltaje realizadas en los motores instalados

Una vez realizada las instalaciones de las piezas metálicas tanto en la llanta trasera y delantera se procedió a realizar las mediciones de voltajes en cada motor sin carga; los valores obtenidos fueron los que se muestran en la tabla 33.

Tabla 33.

Prueba de voltaje sin carga en los motores.

#	Velocidad del scooter (KM / h)	Llanta delantera		Llanta trasera	
		Voltaje motor 1 (V)	Voltaje motor 2 (V)	Voltaje motor 1 (V)	Voltaje motor 2 (V)
1	10	5	5.1	5.08	5
2	11	5.4	5.45	5.45	5.41
3	12	5.92	5.9	5.91	5.92
4	13	6.43	6.42	6.4	6.4
5	14	6.9	6.9	6.9	6.92
6	15	7.4	7.38	7.41	7.39
7	16	7.83	7.8	7.79	7.82
8	17	8.29	8.27	8.3	8.3
9	18	8.75	8.72	8.75	8.73
10	19	9.35	9.32	9.34	9.32
11	20	10	10	10.02	10.01
12	21	10.45	10.42	10.42	10.43
13	22	10.88	10.85	10.86	10.87
14	23	11.3	11.28	11.3	11.3
15	24	11.65	11.62	11.62	11.67

16	25	12	12	12	12.1
17	26	12.39	12.36	12.35	12.42
18	27	12.81	12.8	12.8	12.8
19	28	13.15	13.18	13.18	13.17
20	29	13.6	13.58	13.57	13.58
21	30	14	14.02	13.95	14.05
22	31	14.52	14.46	14.4	14.43
23	32	15	14.98	14.95	14.95
24	33	15.48	15.42	15.39	15.4
25	34	15.97	15.9	15.9	15.93
26	35	16.5	16.42	16.52	16.48
27	36	16.89	16.81	16.85	16.84
28	37	17.3	17.26	17.3	17.3
29	38	17.75	17.7	17.72	17.72
30	39	18.08	18.1	18.08	18.11
31	40	18.5	18.45	18.46	18.52

Fuente propia.

La gráfica que representa el comportamiento de los motores en respuesta a la velocidad del scooter eléctrico es como se muestra en la figura 51:

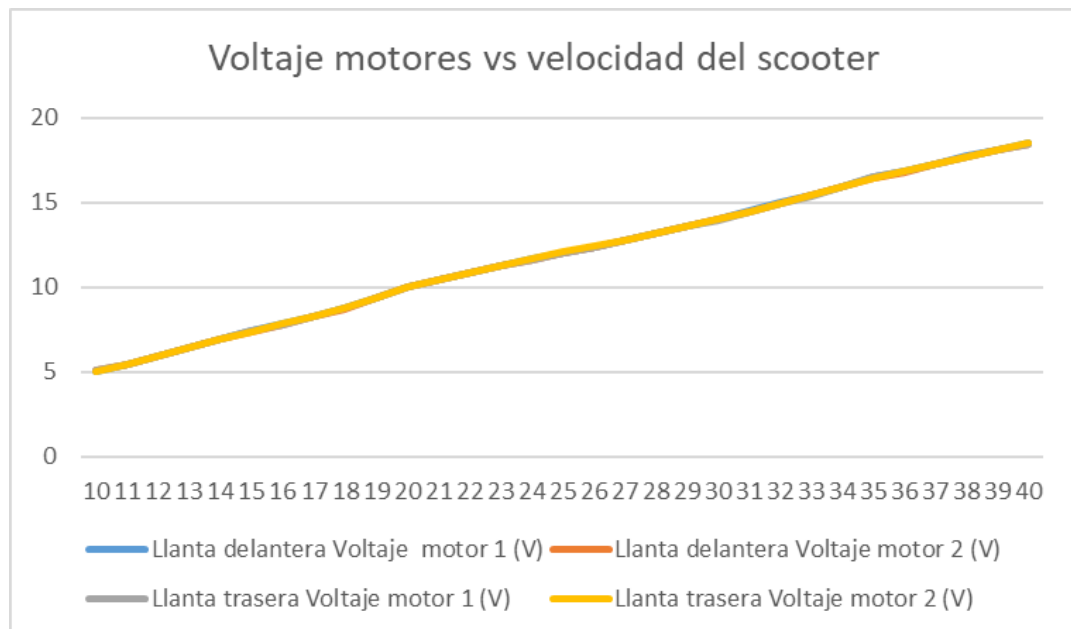


Figura 14. Curva de representación de voltaje obtenido de los motores sin carga.
Fuente propia.

En todas las mediciones realizadas la forma de onda de voltaje, obtenido de los motores operando como dinamo, fue como se muestra a continuación en la figura 52:

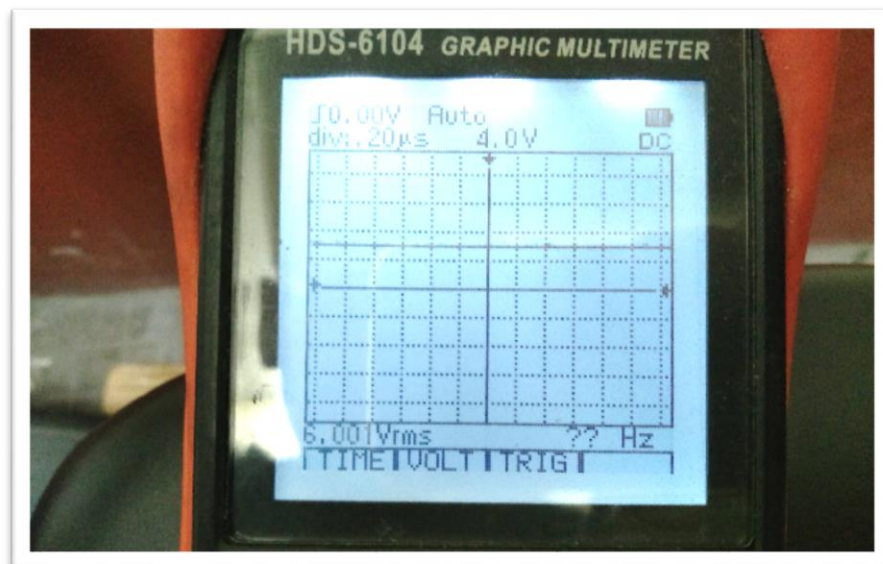


Figura 52. Forma de onda de voltaje obtenido de los motores.
Fuente propia.

4.2 Etapa de “Control de carga de batería”

La imagen del controlador de carga instalado se puede apreciar en la figura 53:

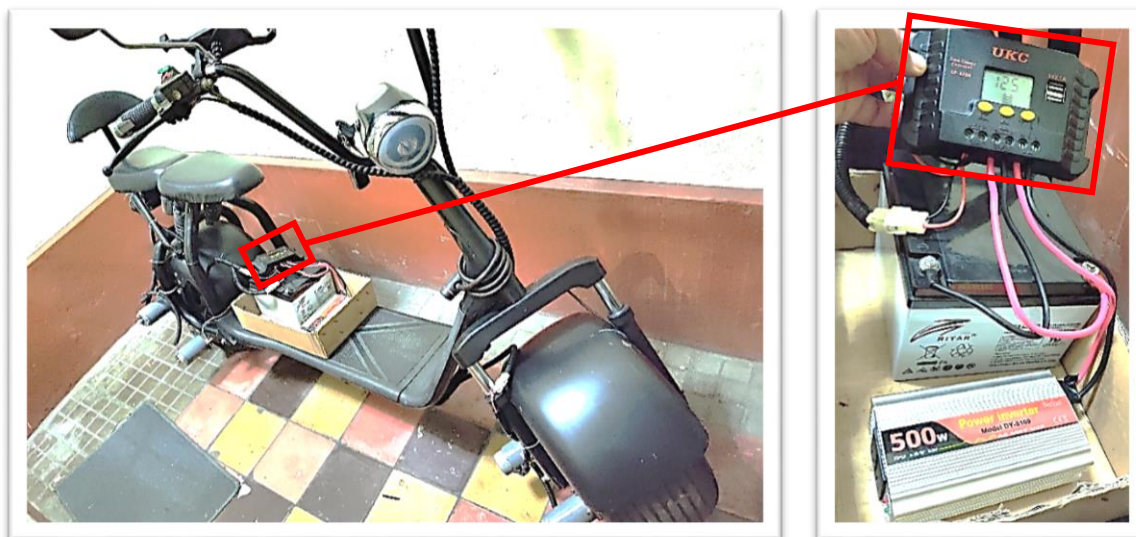


Figura 15. Control de carga de batería.
Fuente propia.

4.3 Etapa de “Batería”

La imagen de la batería instalada se puede apreciar en la figura 54:

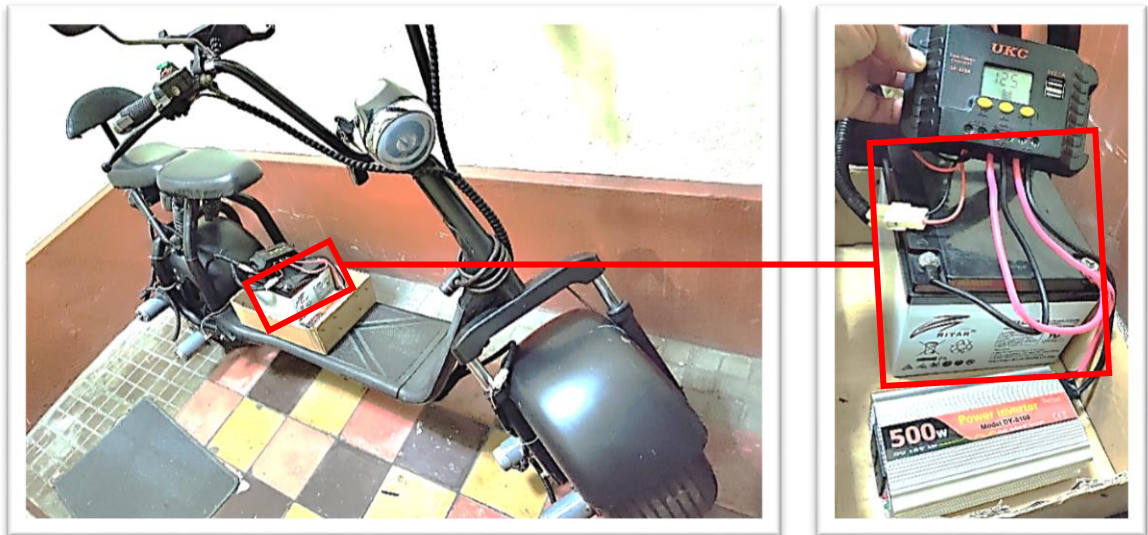


Figura 16. Batería de plomo ácido.
Fuente propia.

4.4 Etapa de “Inversor”

La imagen del inversor instalado se puede apreciar en la figura 55:



Figura 17. Inversor.
Fuente propia.

4.5 Pruebas de recorrido del scooter eléctrico

En esta etapa se define el porcentaje de mejora en la autonomía en función a las variables e indicadores a ser medidos, se procedió a realizar pruebas en el scooter eléctrico sin el sistema de mejora para comprobar su autonomía original y después se realizó pruebas de recorrido del scooter eléctrico con el sistema de mejora de autonomía instalado.

Las pruebas se realizaron bajo las siguientes condiciones:

Recorridos: Se realizaron todas las pruebas de recorridos en la av. Brasil ubicada entre los distritos de Breña, Jesús María y Magdalena, desde la cuadra 1 hasta la cuadra 41 durante la madrugada con la finalidad de aprovechar la libre circulación vehicular y evitar paradas.

Peso: Se mantuvo constante siendo el conductor la única persona que realizó las pruebas, el peso del conductor fue de 89 Kg

Carga de batería de Litio y batería de plomo ácido: Todas las pruebas se realizaron con las baterías completamente cargadas desde el inicio de la prueba.

Velocidad de prueba: Cada prueba se realizó, tanto con sistema de mejora instalado y sin el sistema de mejora instalado, manteniendo las mismas condiciones en todas las pruebas y respetando las velocidades seleccionadas en el muestreo.

4.5.1 Pruebas sin sistema de mejora de autonomía

Las pruebas realizadas del recorrido del scooter eléctrico de acuerdo al instrumento 1 (Anexo F) fueron como se indican a continuación en la tabla 34.

Tabla 34.

Pruebas - Instrumento 1

Prueba de autonomía del scooter eléctrico sin sistema de mejora			
# de prueba	Velocidad Km/h)	Tiempo operativo (min)	Recorrido (Km)
1	10	202.00	33

2	11	180.00	33
3	12	165.00	33
4	13	147.69	32
5	14	137.14	32
6	15	130.00	32
7	16	116.25	31
8	17	109.41	31
9	18	100.00	30
10	19	94.74	30
11	20	88.00	29
12	21	82.86	29
13	22	76.36	28
14	23	70.43	27
15	24	67.50	27
16	25	62.00	26
17	26	60.00	26
18	27	55.56	25
19	28	51.43	24
20	29	49.66	24
21	30	46.00	23
22	31	44.52	23
23	32	41.25	22
24	33	40.00	22
25	34	37.06	21
26	35	37.00	21
27	36	35.00	21
28	37	32.43	20
29	38	31.58	20
30	39	30.00	19

Fuente propia.

Los valores obtenidos de tiempo operativo y recorrido responden a la carga de la batería de litio, es decir, hasta que la batería de litio se descargó; por ejemplo, si se toma el primer caso, viajando a una velocidad de 10 Km/h e iniciando con la batería de litio completamente cargada se logró viajar un tiempo de 202 min logrando recorrer una distancia de 33 Km hasta que la batería se descargó, y así se realizaron todas las demás mediciones.

4.5.1.1 Calculo de correlación entre velocidad y recorrido

Con la finalidad de poder interpretar la medida de relación que existe entre la velocidad y el recorrido en la prueba realizada con el scooter eléctrico se aplicó estadística descriptiva y se calculó la correlación lineal de Pearson de acuerdo a la siguiente formula:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Los realizaron los cálculos en el programa Excel obteniendo los siguientes valores mostrados en la tabla 35.

Tabla 35.

Cálculos estadísticos de instrumento 1

	Velocidad x	Recorrido y	xy	x²	y²
1	10	33	330	100	1089
2	11	33	363	121	1089
3	12	33	396	144	1089
4	13	32	416	169	1024
5	14	32	448	196	1024
6	15	32	480	225	1024

7	16	31	496	256	961
8	17	31	527	289	961
9	18	30	540	324	900
10	19	30	570	361	900
11	20	29	580	400	841
12	21	29	609	441	841
13	22	28	616	484	784
14	23	27	621	529	729
15	24	27	648	576	729
16	25	26	650	625	676
17	26	26	676	676	676
18	27	25	675	729	625
19	28	24	672	784	576
20	29	24	696	841	576
21	30	23	690	900	529
22	31	23	713	961	529
23	32	22	704	1024	484
24	33	22	726	1089	484
25	34	21	714	1156	441
26	35	21	735	1225	441
27	36	21	756	1296	441
28	37	20	740	1369	400
29	38	20	760	1444	400
30	39	19	741	1521	361
31	40	19	760	1600	361
			<hr/>		
			775	813	19048
				21855	21985

Fuente propia.

Reemplazando valores en la fórmula se obtuvo:

$$r = \frac{31(19048) - (775 * 813)}{\sqrt{[31(21855 - (775)^2)] [31(21985) - (813^2)]}}$$

Dando como resultado:

$$r = -0.995$$

Lo cual expresa una correlación perfecta y negativa entre la velocidad y la distancia recorrida.

Las gráficas que representan los valores tomados fueron como se muestran a continuación en la figura 56:

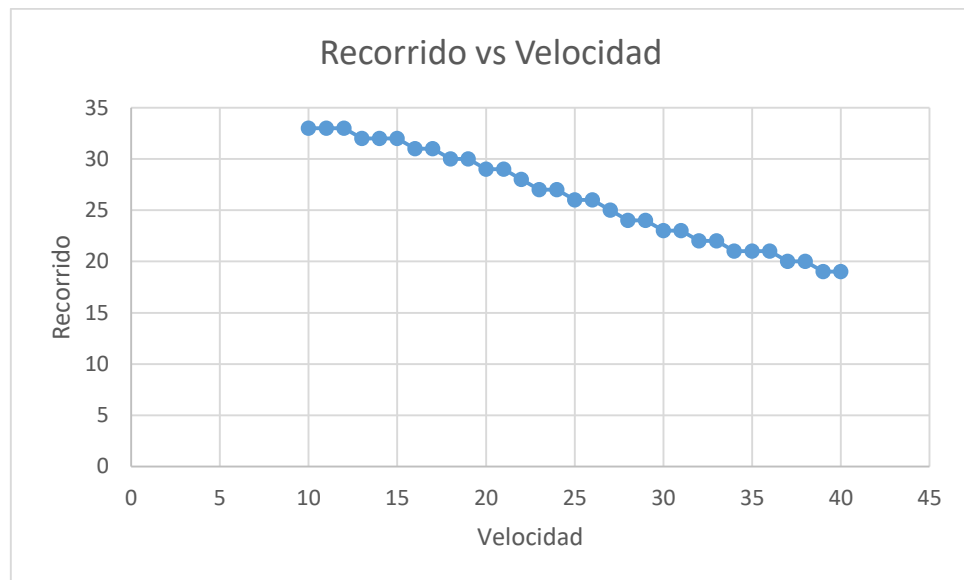


Figura 18. Correlación entre recorrido y velocidad de la moto.
Fuente propia.

4.5.2 Pruebas con sistema de mejora de autonomía sin operar

Se realizó pruebas de recorrido del scooter eléctrico con el sistema de mejora de autonomía instalado para determinar cómo afecta el peso del sistema en el scooter, los valores tomados se aprecian en la tabla 36.

Tabla 36.

Pruebas – Recorrido con sistema instalado sin operar.

Prueba de autonomía del scooter eléctrico con sistema de mejora sin operar			
# de prueba	Velocidad Km/h)	Tiempo operativo (min)	Recorrido (Km)

1	10	202.00	29
2	11	180.00	29
3	12	165.00	29
4	13	147.69	28
5	14	137.14	28
6	15	130.00	28
7	16	116.25	27
8	17	109.41	27
9	18	100.00	26
10	19	94.74	26
11	20	88.00	25
12	21	82.86	25
13	22	76.36	24
14	23	70.43	23
15	24	67.50	23
16	25	62.00	22
17	26	60.00	22
18	27	55.56	21
19	28	51.43	20
20	29	49.66	20
21	30	46.00	19
22	31	44.52	19
23	32	41.25	18
24	33	40.00	17
25	34	37.06	16
26	35	37.00	16
27	36	35.00	16
28	37	32.43	15
29	38	31.58	15

30	39	30.00	14
31	40	30.00	14

Fuente propia.

4.5.3 Pruebas con sistema de mejora de autonomía operativo

Se realizó mediciones de las variables operacionalizadas en base a los instrumentos planteados (Anexo F).

Los valores observados al medir las dimensiones de la primera variable operacionalizada se anotaron en el instrumento 2 (Anexo F) y fueron los mostrados en la tabla 37.

Tabla 37.

Pruebas - Instrumento 2.

# de prueba	Velocidad	Corriente (A)			Voltaje (V)		
		Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor	Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor
1	10 Km/h	0	13.7	13.7	5	12.4	12.02
2	11 Km/h	0	13.7	13.7	5.4	12.4	12.02
3	12 Km/h	0	13.7	13.7	5.9	12.4	12.02
4	13 Km/h	0	13.7	13.7	6.4	12.4	12.02
5	14 Km/h	0	13.7	13.7	6.9	12.4	12.02
6	15 Km/h	0	13.7	13.7	7.3	12.4	12.02
7	16 Km/h	0	13.7	13.7	7.7	12.2	12.02
8	17 Km/h	0	13.7	13.7	8.3	12.2	12.02
9	18 Km/h	0	13.7	13.7	8.7	12.2	12.02
10	19 Km/h	0	13.7	13.7	9.3	12.2	12.02
11	20 Km/h	0.72	13	13.7	10	12.2	12.02
12	21 Km/h	1.22	12.5	13.7	10.4	12.2	12.02
13	22 Km/h	1.65	12.1	13.7	10.85	12.2	12.02
14	23 Km/h	2.04	11.7	13.7	11.25	12.2	12.02
15	24 Km/h	2.48	11.25	13.7	11.6	12.2	12.02
16	25 Km/h	3.12	10.61	13.7	12	12.2	12.02
17	26 Km/h	3.4	10.35	13.7	12.1	12.2	12.02
18	27 Km/h	3.58	10.1	13.7	12.4	12.2	12.02

19	28 Km/h	3.88	9.8	13.7	12.5	12.1	12.02
20	29 Km/h	4.1	9.6	13.7	12.7	12.1	12.02
21	30 Km/h	4.27	9.4	13.7	12.9	12.1	12.02
22	31 Km/h	4.58	9.1	13.7	13.2	11.9	12.02
23	32 Km/h	4.87	8.8	13.7	13.4	11.9	12.02
24	33 Km/h	5.09	8.6	13.7	13.6	11.8	12.02
25	34 Km/h	5.37	8.3	13.7	13.9	11.8	12.02
26	35 Km/h	5.72	8	13.7	14.2	11.6	12.02
27	36 Km/h	5.75	7.9	13.7	14.4	11.6	12.02
28	37 Km/h	5.88	7.8	13.7	14.7	11.5	12.02
29	38 Km/h	6.05	7.7	13.7	14.9	11.5	12.02
30	39 Km/h	6.1	7.6	13.7	15.2	11.4	12.02
31	40 Km/h	6.2	7.5	13.7	15.4	11.4	12.02

Fuente propia.

Se realizó la conversión a unidades de potencia y se anotaron en el instrumento 3 (Anexo F), obteniendo los valores mostrados en la tabla 38.

Tabla 38.

Pruebas - Instrumento 3.

# de prueba	Velocidad	Potencia (W)		
		Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor
1	10 km/h	0	167.14	164.67
2	11 Km/h	0	167.14	164.67
3	12 Km/h	0	167.14	164.67
4	13 Km/h	0	167.14	164.67
5	14 Km/h	0	167.14	164.67
6	15 km/h	0	167.14	164.67
7	16 Km/h	0	167.14	164.67
8	17 Km/h	0	167.14	164.67
9	18 Km/h	0	167.14	164.67
10	19 Km/h	0	167.14	164.67
11	20 km/h	7.2	158.6	164.67
12	21 Km/h	12.69	152.5	164.67
13	22 Km/h	17.9	147.62	164.67
14	23 Km/h	22.95	142.74	164.67
15	24 Km/h	28.77	137.25	164.67
16	25 km/h	37.44	129.44	164.67

17	26 Km/h	41.14	126.27	164.67
18	27 Km/h	44.39	123.22	164.67
19	28 Km/h	48.50	118.58	164.67
20	29 Km/h	52.07	116.16	164.67
21	30 km/h	55.08	113.74	164.67
22	31 Km/h	60.46	108.29	164.67
23	32 Km/h	65.26	104.72	164.67
24	33 Km/h	69.22	101.48	164.67
25	34 Km/h	74.64	97.94	164.67
26	35 km/h	81.22	92.8	164.67
27	36 km/h	82.80	91.64	164.67
28	37 km/h	8.44	89.7	164.67
29	38 km/h	90.15	88.55	164.67
30	39 km/h	92.72	86.64	164.67
31	40 km/h	95.48	85.50	164.67

Fuente propia.

Luego, se anotaron las mediciones observadas de las dimensiones de la segunda variable operacionalizada y se anotó los valores en el instrumento 4 (Anexo F), como se muestran en la tabla 39.

Tabla 39.

Pruebas - Instrumento 4.

Prueba de autonomía del scooter eléctrico con sistema de mejora			
# de prueba	Velocidad	Tiempo operativo	Recorrido
	Km / h	min	Km
1	10	288	47
2	11	257	47
3	12	236	47
4	13	226	47
5	14	198	46
6	15	186	46
7	16	168	45
8	17	159	45
9	18	146	44
10	19	133	42
11	20	125	41

12	21	114	40
13	22	105	39
14	23	99	38
15	24	92	37
16	25	83	35
17	26	78	34
18	27	73	33
19	28	68	32
20	29	64	31
21	30	60	30
22	31	56	29
23	32	53	28
24	33	49	27
25	34	46	26
26	35	45	26
27	36	42	25
28	37	40	25
29	38	39	25
30	39	27	24
31	40	35	24

Fuente propia.

4.5.3.1 Cálculo de correlación entre potencias y recorrido

Con la finalidad de poder interpretar la medida de relación que existe entre la potencia de la batería, la potencia de los dinamos y el recorrido en la prueba realizada con el scooter eléctrico se aplicó estadística descriptiva y se calculó la correlación múltiple de acuerdo a la siguientes formula y se anotaron en la tabla de 40:

$$\text{Correlación lineal} = r_l = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] [n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$$\text{Correlación multiple} = r_m = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12} * r_{13} * r_{23}}{1 - r_{23}^2}}$$

Tabla 40.

Valores para correlación múltiple (V1, V2 y V3)

Recorrido	Potencia dinamos	Potencia batería plomo ácido
V1	V2	V3
47	0	167.14
47	0	167.14
47	0	167.14
47	0	167.14
46	0	167.14
46	0	167.14
45	0	167.14
45	0	167.14
44	0	167.14
42	0	167.14
41	7.20	158.60
40	12.69	152.50
39	17.90	147.62
38	22.95	142.74
37	28.77	137.25
35	37.44	129.44
34	41.14	126.27
33	44.39	123.22
32	48.50	118.58
31	52.07	116.16
30	55.08	113.74
29	60.46	108.29
28	65.26	104.72
27	69.22	101.48
26	74.64	97.94
26	81.22	92.80
25	82.20	91.64
25	86.44	89.70
25	90.15	88.55
24	92.72	86.64
24	95.48	85.50

Fuente propia.

Primero, se calculó la correlación lineal entre V1 y V2 y se anotaron los valores en la tabla 41.

Tabla 41.

Valores para correlación variables V1 y v2.

	V1	V2	V1.V2	V1 ²	V2 ²
1	47	0	0	2209	0
2	47	0	0	2209	0
3	47	0	0	2209	0
4	47	0	0	2209	0
5	46	0	0	2116	0
6	46	0	0	2116	0
7	45	0	0	2025	0
8	45	0	0	2025	0
9	44	0	0	1936	0
10	42	0	0	1764	0
11	41	7.2	295.2	1681	51.84
12	40	12.69	507.6	1600	161.04
13	39	17.9	698.1	1521	320.41
14	38	22.95	872.1	1444	526.70
15	37	28.77	1064.49	1369	827.71
16	35	37.44	1310.4	1225	1401.75
17	34	41.14	1398.76	1156	1692.50
18	33	44.39	1464.87	1089	1970.47
19	32	48.5	1552	1024	2352.25
20	31	52.07	1614.17	961	2711.28
21	30	55.08	1652.4	900	3033.81
22	31	60.46	1753.34	841	3655.41
23	28	65.26	1827.28	784	4258.87
24	27	69.22	1868.94	729	4791.41
25	26	74.64	1940.64	676	5571.13
26	26	81.22	2111.72	676	6596.69
27	25	82.2	2055	625	6756.84
28	25	86.44	2161	625	7471.87
29	25	90.15	2253.75	625	8127.02
30	24	92.72	2225.28	576	8597
31	24	95.48	2291.52	576	9116.43
	1105	1165.92	32918.56	41521	79992.44

Fuente propia.

Reemplazando los valores en la fórmula de regresión lineal:

$$r_{12} = \frac{31(32918.56) - (1105 * 1165.92)}{\sqrt{[31(41521 - (1105)^2)] [31(79992.44) - (1165.92)^2]}}$$

Dando como resultado:

$$r_{12} = -0.984$$

Lo cual expresó una correlación negativa perfecta entre V1 y V2.

Segundo, se calculó la correlación entre V1 y V3, como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42.

Valores para correlación variables V1 y V3.

	V1	V3	V1.V3	V1²	V3²
1	47	167.14	7855.58	2209	27935.78
2	47	167.14	7855.58	2209	27935.78
3	47	167.14	7855.58	2209	27935.78
4	47	167.14	7855.58	2209	27935.78
5	46	167.14	7688.44	2116	27935.78
6	46	167.14	7688.44	2116	27935.78
7	45	167.14	7521.3	2025	27935.78
8	45	167.14	7521.3	2025	27935.78
9	44	167.14	7354.16	1936	27935.78
10	42	167.14	7019.88	1764	27935.78
11	41	158.6	6502.6	1681	25153.96
12	40	152.5	6100	1600	23256.25
13	39	147.62	5757.18	1521	21791.66
14	38	142.74	5424.12	1444	20374.71
15	37	137.25	5078.25	1369	18837.56
16	35	129.44	4530.4	1225	16754.71
17	34	126.27	4293.18	1156	15944.11
18	33	123.22	4066.26	1089	15183.17
19	32	118.58	3794.56	1024	14061.22
20	31	116.16	3600.96	961	13493.15
21	30	113.74	3412.2	900	12936.79
22	29	108.29	3140.41	841	11729.72
23	28	104.72	2932.16	784	10966.28
24	27	10148	2739.96	729	10298.19

25	26	97.64	2546.44	676	9592.24	
26	26	92.8	2412.8	676	8611.84	
27	25	160.952	6599.03	1681	25905.55	
28	25	131.192	4591.72	1225	17211.34	
29	25	116.312	3489.36	900	13528.48	
30	24	95.48	2482.48	676	9116.43	
31	24	91.76	2202.24	576	8419.90	
		1105	4084.78	153425.93	41521	567442.183

Fuente propia.

Reemplazando los valores en la fórmula de regresión lineal:

$$r_{13} = \frac{31(153425.93) - (1105 * 4084.78)}{\sqrt{[31 * 153425.93 - 1105^2] [31 * 567442.183 - (4084.78)^2]}}$$

Dando como resultado:

$$r_{13} = 0.991$$

Lo cual expresó una correlación positiva perfecta entre V1 y V3.

Tercero, se calculó la correlación entre V2 y V3 y se anotaron los valores en la tabla 43.

Tabla 43.

Valores para correlación variables V2 y V3.

	V2	V3	V2.V3	V2²	V3²
1	0	167.14	0	0	27935.78
2	0	167.14	0	0	27935.78
3	0	167.14	0	0	27935.78
4	0	167.14	0	0	27935.78
5	0	167.14	0	0	27935.78
6	0	167.14	0	0	27935.78
7	0	167.14	0	0	27935.78
8	0	167.14	0	0	27935.78
9	0	167.14	0	0	27935.78
10	0	167.14	0	0	27935.78
11	7.1	158.6	1141.92	51.84	25153.6
12	12.69	152.5	1935.225	161.0361	23256.25
13	17.9	147.62	2642.398	320.41	21791.66
14	22.95	142.74	3275.883	526.7025	20374.71

15	28.77	137.25	3948.6825	827.7129	18837.56
16	37.44	129.44	4846.2336	1401.7536	16754.71
17	41.14	126.27	5194.7478	1692.4996	15944.11
18	44.39	123.22	5469.7358	1970.4721	15183.17
19	48.5	118.58	5751.13	2352.25	14061.22
20	52.07	116.16	6048.4512	2711.2849	13493.15
21	55.08	113.74	6264.7992	3033.8064	12936.79
22	60.46	108.29	6547.2134	3655.4116	11726.72
23	65.26	104.72	6834.2134	4258.8676	10966.28
24	69.22	101.48	7024.4456	4791.4084	1029.19
25	7464	97.94	7310.2416	5571.1296	9592.24
26	81.22	92.8	7537.216	6596.6884	8611.84
27	82.2	91.64	7532.808	6756.84	8397.89
28	86.44	89.7	7753.668	7471.8736	8046.09
29	90.15	88.55	7982.7825	8127.0225	7841.10
30	92.72	86.64	8033.2608	8596.9984	7506.49
31	95.48	85.5	8163.54	9119.4304	7310.25
<hr/>					
	1165.92	4084.78	121238.409	79992.4386	567442.183

Fuente propia.

Reemplazando los valores en la fórmula de regresión lineal:

$$r_{23} = \frac{31(121238.409) - (1165.92 * 4084.78)}{\sqrt{[(31 * 79992.4386) - 1165.92^2] [31(567442.183) - (4084.78)^2]}}$$

Dando como resultado:

$$r_{23} = -0.997$$

Lo cual expresó una correlación negativa perfecta entre V2 y V3.

Finalmente se calculó la correlación múltiple reemplazando los valores obtenido en las correlaciones lineales

$$r_{123} = \sqrt{\frac{(-0.984)^2 + (0.991)^2 - 2(-0.984) * (0.991) * (-0.997)}{1 - (-0.997)^2}}$$

Dando como resultado:

$$r_{123} = 0.992$$

Lo cual expresó una correlación múltiple perfecta entre V1, V2 y V3.

4.5.3.2 Regresión lineal entre las potencias y el recorrido

Con la finalidad de representar matemáticamente el comportamiento entre la potencia de los dinamos, la potencia de la batería y el recorrido del scooter eléctrico se aplicó regresión lineal entre las 3 variables en base a la siguiente fórmula:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

Donde:

Y = Recorrido

a = Intercepto de la variable Y

X₁ = Potencia de los dinamos

X₂ = Potencia de la batería de plomo ácido

b₁ = Pendiente de X₁

b₂ = Pendiente de X₂

Se tabularon los valores en Excel tal como se muestra en la tabla 44.

Tabla 44.

Valores para la regresión lineal.

Recorrido Y	Potencia dinamos X ₁	Potencia batería plomo ácido X ₂
47	0	167.14
47	0	167.14
47	0	167.14
47	0	167.14
46	0	167.14
46	0	167.14
45	0	167.14
45	0	167.14
44	0	167.14
42	0	167.14
41	7.2	158.60
40	12.69	152.50

39	17.9	147.62
38	22.95	142.74
37	28.77	137.25
35	37.44	129.44
34	41.14	126.27
33	44.39	123.22
32	48.5	118.58
31	52.07	116.16
30	55.08	113.74
29	60.46	108.29
28	65.26	104.72
27	69.22	101.48
26	74.64	97.94
26	81.22	92.80
25	82.2	91.64
25	86.44	89.70
25	90.15	88.55
24	92.72	86.64
24	95.48	85.50

Fuente propia.

y se realizó la regresión con el comando “Análisis de datos”, como se muestra en la figura 57

1	Resumen								
2									
3	Estadísticas de la regresión								
4	Coefficiente de correlación múltiple	0.992723708							
5	Coefficiente de determinación R^2	0.985500361							
6	R^2 ajustado	0.984464672							
7	Error típico	1.051005196							
8	Observaciones	31							
9									
10	ANÁLISIS DE VARIANZA								
11		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
12	Regresión	2	2102.16764	1051.08382	951.54126	1.81552E-26			
13	Residuos	28	30.92913382	1.104611922					
14	Total	30	2133.096774						
15									
16		Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
17	Intercepción	a=-31.32248172	13.25367865	-2.363304751	0.02528972	-58.47141172	-4.173551715	-58.47141172	-4.173551715
18	Variable X 1	b1=0.172325475	0.071980186	2.394068222	0.02360261	0.024880749	0.319770201	0.024880749	0.319770201
19	Variable X 2	b2=0.459040442	0.080076908	5.732494584	3.7681E-06	0.295010331	0.623070552	0.295010331	0.623070552

Figura 19. Valores de regresión obtenidos desde Excel.
Fuente propia.

De donde se obtuvo los siguientes valores:

$$a = -31.32248172$$

$$b_1 = 0.172325475$$

$$b_2 = 0.459040442$$

Reemplazando los valores obtenidos en Excel se obtiene:

$$y = -31.32248172 + 0.172325475 x_1 + 0.459040442 x_2$$

Con lo cual quedo representado matemáticamente el recorrido del scooter eléctrico en función a la potencia del dinamo y la batería de plomo ácido; pero teniendo en cuenta la siguiente condición:

$$x_1 + x_2 = 167.14 \mid 0 \leq x_1 \leq 95.48 \wedge 85.50 \leq x_2 \leq 167.14$$

4.5.4 Cálculo de porcentaje de mejora en la autonomía

Finalmente, se completó el instrumento de medición 5 (Anexo F) y se comparó las distancias recorridas del scooter eléctrico sin el sistema de mejora de autonomía instalado y con el sistema de autonomía instalado obteniendo el porcentaje de mejora en la autonomía del scooter eléctrico.

Los porcentajes de mejora se aprecian en la tabla 45.

Tabla 45.

Pruebas - Instrumento 5.

# de prueba	Velocidad (Km/h)	Distancia recorrida sin sistema de autonomía (Km)	Distancia recorrida con sistema de autonomía (Km)	% mejora
1	10	33	47	42.42 %
2	11	33	47	42.42 %
3	12	33	47	42.42 %
4	13	32	47	46.88 %
5	14	32	46	43.75 %
6	15	32	46	43.75 %
7	16	31	45	45.16 %
8	17	31	45	45.16 %
9	18	30	44	46.67 %

10	19	30	42	40.00 %
11	20	29	41	41.38 %
12	21	29	40	37.93 %
13	22	28	39	39.29 %
14	23	27	38	40.74 %
15	24	27	37	37.04%
16	25	26	35	34.62 %
17	26	26	34	30.77 %
18	27	25	33	32.00 %
19	28	24	32	33.33 %
20	29	24	31	29.17 %
21	30	23	30	30.43 %
22	31	23	29	26.09 %
23	32	22	28	27.27 %
24	33	22	27	22.73 %
25	34	21	26	23.81 %
26	35	21	26	23.81 %
27	36	21	26	23.81 %
28	37	20	25	25.00 %
29	38	20	25	25.00 %
30	39	19	24	26.32 %
31	40	19	24	26.32 %

Fuente propia.

Siendo el porcentaje promedio de 34.69 %, de acuerdo a todos los porcentajes mostrados en la tabla anterior.

4.6 Fotos del proyecto instalado y probado



Figura 20. Fotos finales del proyecto.
Fuente propia.

4.6 Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto del proyecto por cada etapa implementada:

Etapa "Obtención de la energía eléctrica"				
Equipo / material	Cant.	Unidad	Precio/unid.	Total
Diseño de estructuras metálicas	1	unid.	S/500.00	S/500.00
Fabricación de estructura metálica	1	unid.	S/500.00	S/500.00
Motor Hitachi D06D304E	4	unid.	S/70.00	S/280.00
Diodo IN5408	4	unid.	S/1.00	S/4.00
Cable AWG 12	2	metro	S/1.00	S/2.00
Cinta Aislante	1	unid.	S/3.00	S/3.00
Conector	2	unid.	S/1.00	S/2.00
Manguera corrugada	3	metro	S/3.00	S/9.00
				S/1,300.00
Etapa "Control de carga de batería"				
Equipo / material	Cant.	Unidad	Precio/unid.	total
Control de carga de batería UKC TX-1220	1	unid.	S/80.00	S/80.00
Cable AWG 10	1	metro	S/1.00	S/1.00
				S/81.00
Etapa "Batería plomo ácido"				
Equipo / material	Cant.	Unidad	Precio/unid.	total
Batería RT 12260	1	unid.	S/250.00	S/250.00
Cable AWG 10	1	metro	S/1.00	S/1.00
				S/251.00
Etapa "Inversor"				
Equipo / material	Cant.	Unidad	Precio/unid.	total
Inversor DY8109	1	unid.	S/180.00	S/180.00
Cable AWG 10	1	metro	S/1.00	S/1.00
				S/181.00
Monto total				S/1,813.00

4.7 Cronograma

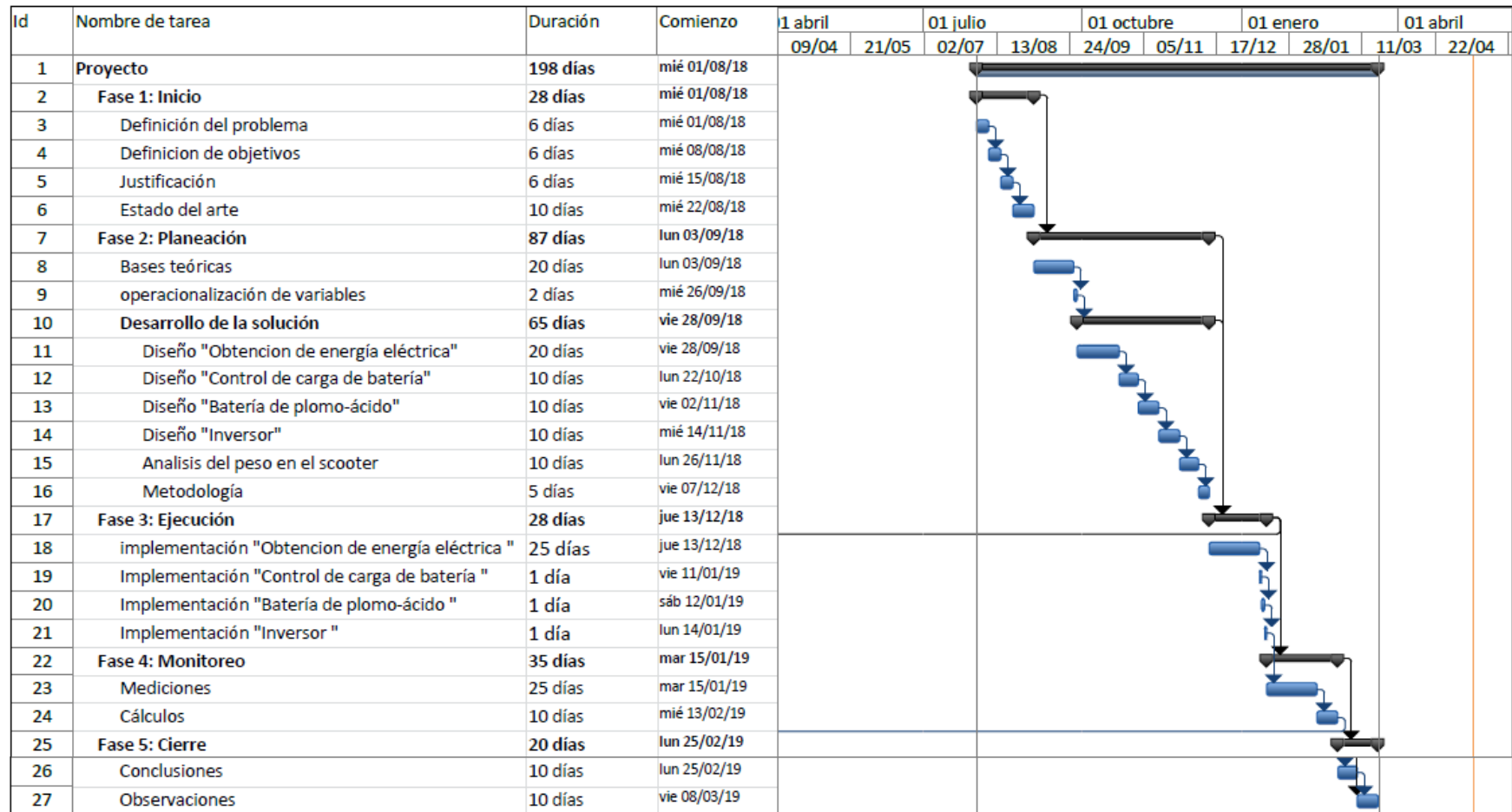


Figura 21. Diagrama de Gantt.
Fuente propia.

CONCLUSIONES

- Se logró identificar la potencia eléctrica requerida para mejorar la autonomía de un scooter eléctrico por cada etapa de tal manera que se determine la potencia eléctrica mínima de obtención.
- Se logró identificar, de acuerdo al mercado local y la tecnología existente, la fuente de energía eléctrica más apropiada para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico.
- Se logró diseñar e instalar la estructura necesaria para la instalación del sistema de mejora en la autonomía del scooter eléctrico.
- Se logró, en base a la estadística descriptiva, plantear un modelo matemático en función al sistema de mejora de la autonomía del scooter eléctrico.
- Se logró calcular el porcentaje de mejora en la autonomía del scooter eléctrico.
- En base a toda la investigación realizada se logró implementar un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico con energía electromagnética; adicionalmente, la metodología e instrumentos diseñados fueron pertinentes para la obtención de datos en el presente trabajo.

- La instalación del sistema diseñado permitió obtener una mejora significativa en la autonomía del scooter eléctrico, con un mínimo de 23.81% y un máximo de 42.42% lo cual representa distancias de 5 Km y 14 Km adicionales respectivamente logrando mejorar la distancia recorrida con la finalidad de que la empresa Print Smart Innova SAC puede realizar más entregas de pedidos y satisfacer a más clientes.

RECOMENDACIONES

- En la etapa de “Obtención de energía eléctrica” se utilizaron 4 motores Hitachi en paralelo con la finalidad de ganar corriente, valdría la posibilidad en futuros estudios de ver un diseño que permita ampliar el uso a 4 dinamos por cada llanta, de tal manera que se pueda utilizar 2 dinamos en conexión serie con 2 dinamos en paralelo, la conexión serie para obtener mejores voltajes en velocidades bajas y la conexión en paralelo para mantener la corriente pertinente en el sistema.
- Se evaluó el incluir un panel solar como apoyo durante los tiempos en que el scooter eléctrico no esté en marcha o en velocidades bajas; pero, lamentablemente los tamaños actuales de dichos paneles solares aún son muy grandes como para poder obtener el voltaje y corriente que se requiere en este proyecto y evaluando las dimensiones del scooter eléctrico, probablemente con el tiempo si se mejora el tamaño y eficiencia de los paneles solares podría ser una buena alternativa de mejora y abriría la posibilidad de ampliar el estudio en este campo.
- Los motores instalados en la llanta trasera tienen una proyección perpendicular de 16cm del plano de la llanta hacia afuera, una de las proyecciones de un motor se encuentra a una altura de 17 cm del suelo obligando a que no se pueda realizar

curvas muy inclinadas el scooter eléctrico ni que se pueda acercar mucho a la acera de la vía cuando esta tiene la misma altura al de la posición del motor, se recomendaría variar el diseño de la estructura metálica de tal manera que se busque posicionar el motor en la parte superior de la llanta y no en la parte baja.

REFERENCIAS

- Alonso Abella, M. (s.f.). *Sistemas fotovoltaicos*. Centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas, Madrid, España. Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf
- Atersa Shop. (18 de junio de 2018). *Diferencias entre reguladores MPPT y PWM*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=1psxOo3fToQ>
- Bello Morales, C. E. (2016). *Caracterización electromagnética de un dínamo de disco con contactos e metal líquido*. Instituto politécnico nacional, Santiago de Queretano, México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24432/Bello%20Morales%20Carla%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bermúdez Jáuregui, J. A., & Pedraza Soler, J. J. (noviembre de 2017). *Prototipo de generación de energía a partir de investigación y desarrollo tecnológico en tecnologías alternativas*. Obtenido de http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9675/599-formato-articulos-iman.es.pdf
- Castillo García, M. (2017). *Diseño electromagnético de un generador eléctrico para turbina eólica de 100kW*. Universidad politécnica de Madrid, Madrid, España. Obtenido de http://oa.upm.es/49261/1/TFG_MONTANA_CASTILLO_GARCIA.pdf
- CENERGIA. (20 de marzo de 2018). *Motos Eléctricas n Perú ¿Cuanto ahorran?* Obtenido de <https://cenergia.org.pe/blog/motos-electricas-peru-cuanto-ahorran/>
- Damia Solar. (2017). *Comparativa: panel solar poli, panel mono, panel cuasi-mono, y panel amorfo*. Obtenido de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/comparativa-panel-solar-poli-mono-cuasimono-amorfo_1

- De Alba Padilla, C. A., & Muñoz Guillen, M. G. (Enero-abril de 2017). Estudio y fabricación de una batería ácido plomo. *Temas de ciencia y tecnología*, 21(61), 23-28. Obtenido de http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas61/T61_1E3_Estudio_y_fabricacion_bateria.pdf
- Duque Sarmiento, D. A., & Rocana Yunga, J. A. (2018). *Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados*. Universidad politécnica salesiana, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
- El Peruano. (2018). Decreto Supremo N° 019-2018-MTC. *Decreto Supremo que modifica el Reglamento Nacional de Vehículos, el Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito y dicta otras disposiciones*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-modifica-el-reglamento-nacional-de-vehic-decreto-supremo-n-019-2018-mtc-1721540-2/>
- Gonzales Santacruz, C. A. (2015). *Análisis técnico de los diferentes tipos de baterías comercialmente disponible para su integración en el proyecto de una microrred aislada*. Universidad Distrital Francisco José Caldas, Bogotá. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3663/1/ANA%CC%81LISIS%20TE%CC%81CNICO%20DE%20LOS%20DIFERENTES%20TIPOS%20DE%20BATERIA%CC%81AS%20COMERCIALMENTE%20DISPONIBLES%20PARA%20SU%20INTEGRACION%CC%81N%20EN%20EL%20PROYECTO%20DE%20UNA%20MICRORRED%20AI>
- Grijalva Paredes, F. R. (2014). *Analizar la eficiencia de una moto eléctrica en la ciudad de Quito*. Universidad tecnológica equinoccial, Quito, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4839/1/59369_1.pdf
- Hernández Acevedo, F. M. (2016). *Voltaje, Corriente y potencia eléctrica*. Obtenido de <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/1/images/voltaje.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición ed.). México D.F., México: McGRAW HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.
- Hoyos, J., Montoya, A., Diez, A., & Bohórquez, J. (enero-junio de 2014). Investigación, diseño y prototipo de una bicicleta eléctrica y tecnologías emergentes en baterías. *Investigaciones aplicadas*, 8(1), 60-70. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5001677.pdf>

- Kannan Jeyakanthan, S., & Sudharshan, V. (setiembre de 2017). Design and fabrication of self-charging electric vehicle. *International journal of innovative research in science, engineering and technology*, 6(9), 18024-18032.
doi:10.15680/IJIRSET.2017.0609028
- McGrady, C. (20 de octubre de 2015). ARROW. *Las ventajas y desventajas de las baterías de litio en relación con la energía*. Obtenido de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/i-pro-e-i-contro-delle-batterie-al-litio>
- Mohamed, N., Flah, A., Hamed Mouna, B., & Lassad, S. (marzo de 2017). Review on autonomous charger for EV and HEV. *2017 International Conference on Green Energy Conversion Systems*, (págs. 1-6). Hammamet.
doi:10.1109/GECS.2017.8066273
- Mondragón Navarrete, V., Pineda Jiménez, W., & Trejo González, C. (2015). *Generación de energía eléctrica por imanes de neodimio*. Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14915/tesis6%20modificacion2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Noguera Salas, O., Pinto Garcia, R. A., & Villareal Padilla, J. E. (16 de 7 de 2018). La eficiencia de los nuevos materiales fotosensibles. *ITECKNE*, 7-16. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v15n1/1692-1798-itec-15-01-00007.pdf>
- OEFA. (junio de 2016). *La contaminación sonora en Lima y Callao*. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087
- Osinermin. (febrero de 2017). *La industria de la energía en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Obtenido de http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf
- Robles Aguilera, J. A., & Robles Cruz, M. (14 de mayo de 2018). *Baterías de litio*. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Antologia-QES_34939.pdf
- Rodríguez Ortiz, O. M. (2016). *Vehículo de apoyo para la población de adultos mayores*. Pontificia universidad javeriana de Cali, Cali, Colombia. Obtenido de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8046/Vehiculo_apoyo_poblacion.pdf?sequence=8
- Saavedra Vargas, J. D. (2014). *Análisis de nuevos escenarios de emisión de contaminantes del parque automotor generados en un ambiente de tráfico*

vehicular. Universidad nacional agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1872/T01-S33-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica* (Quinta ed.). Lima, Perú: Business Support Aneth SRL.

Sathya Prakash, M. (enero-marzo de 2016). Design and fabrication of self charging electric vehicle. *International journal of power control signal and computation*, 8(1), 51-55. Obtenido de <https://www.ijcns.com/pdf/ijpcscvol8no12016-7.pdf>

Vergara, M. (s.f.). *Tecnología de baterías*. Universidad técnica federico Santa María, Chile. Obtenido de <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeBaterias.pdf>

Zuñiga Larco, V. A. (2014). *Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima metropolitana*. Pontificia universidad católica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5767/ZU%C3%91IGA_VICTOR_VEHICULO_ELECTRICO_PRIVADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo A: Características del scooter eléctrico Skruser modelo: SK – 12R

Scooter Eléctrico

<p>Modelo SK - 12</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Precio: S/. 3,300 ✓ Velocidad Máxima: 45 km/h ✓ Duración de la batería: 35 – 45 km ✓ Batería: 60V12AH batería de litio ✓ Capacidad de carga: 200KG ✓ Tiempo de carga: 4Hrs ✓ Potencia del motor: 1000w ✓ Peso de la moto: 62 Kg ✓ Accesorios: Suspensión delantera y trasera, espejos, faro, velocímetro, alarma, luces direccionales, luz de freno, morral y asiento extraíble. 
<p>Modelo SK – 12R</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Precio: S/. 3,550 ✓ Velocidad Máxima: 45 km/h ✓ Duración de la batería: 35 – 45 km ✓ Batería: 60V12AH batería de litio Extraíble ✓ Capacidad de carga: 200KG ✓ Tiempo de carga: 4Hrs ✓ Potencia del motor: 1000w ✓ Peso de la moto: 62 Kg ✓ Accesorios: Suspensión delantera y trasera, espejos, faro, velocímetro, alarma, luces direccionales, luz de freno, morral y asiento extraíble.
<p>Modelo SK – 20R</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Precio: S/. 4,100 ✓ Velocidad Máxima: 45 km/h ✓ Duración de la batería: 45 - 55 km ✓ Batería: 60V20AH batería de litio Extraíble ✓ Capacidad de carga: 200KG ✓ Tiempo de carga: 4Hrs ✓ Potencia del motor: 1200w ✓ Peso de la moto: 62 Kg ✓ Accesorios: Suspensión delantera y trasera, espejos, faro, velocímetro, alarma, luces direccionales, luz de freno, morral y asiento extraíble.
<p>Modelo SK – 24R</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Precio: S/. 4,400 ✓ Velocidad Máxima: 45 km/h ✓ Duración de la batería: 65 -70 km ✓ Batería: 60V12AH – 2 batería de litio Extraíble ✓ Capacidad de carga: 200KG ✓ Tiempo de carga: 4Hrs ✓ Potencia del motor: 1200w ✓ Peso de la moto: 62 Kg ✓ Accesorios: Suspensión delantera y trasera, espejos, faro, velocímetro, alarma, luces direccionales, luz de freno, morral y asiento extraíble.

Anexo B: Diseño de la estructura metálica de la etapa “Obtención de energía eléctrica”

Ensamble Rueda Posterior

Ubolt para sujecion a chasis de moto

Ubolt para sujecion a chasis de moto

Desarmar perno central existente para colocar encima Soporte de Motor DC Posterior

04 Cabezas de perno hexagonal soldados
O (2 : 5)

OBS:
Verificar los diámetros y longitud de los pernos de fijación de Motor DC

Nº DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Material	CANT.
1	Soporte Motor DC Regulable	Maquinado y pintado 5 x 91 x 96 mm	ASTM A36 Acero	2
2	Soporte Motor DC Posterior	Maquinado y pintado 6 x 200 x 200	ASTM A36 Acero	1
3	Rueda de Goma	Adaptado	ASTM A36 Acero	2
4	Extension Eje Motor	Torneado y Pintado	ASTM A36 Acero	2
5	Ubolt Tubo 38 mm	U-bolt para tubo Ø 38 rosca Ø 1/4"	Acero Inox	2
6	Motor Hitachi DC Motor		ASTM A36 Acero	2
7	Tuerca Hexagonal	Tuerca Hexagonal Ø 1/4"	AISI 1020	8
8	Arandela Plana	Arandela Plana 1/4"	AISI 1020	8
9	Perno Hexagonal	Perno Hexagonal Ø 1/4" x 1"	AISI 1020	4
10	Arandela de Presion M 4	Arandela de Presion M 4	AISI 1020	8
11	Stave Bolt M 4 x 15	Stave Bolt. M 4 x 15 mm	AISI 1020	8

					TÍTULO	
NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:	NOMBRE:		
DIBUJ. Soavedra		03/02/2019	- ASTM A- 36	Diseño Soporte Motor DC Ensamble Posterior		
PESO:				ESCALA:	SHEET 1 OF 5	

A4

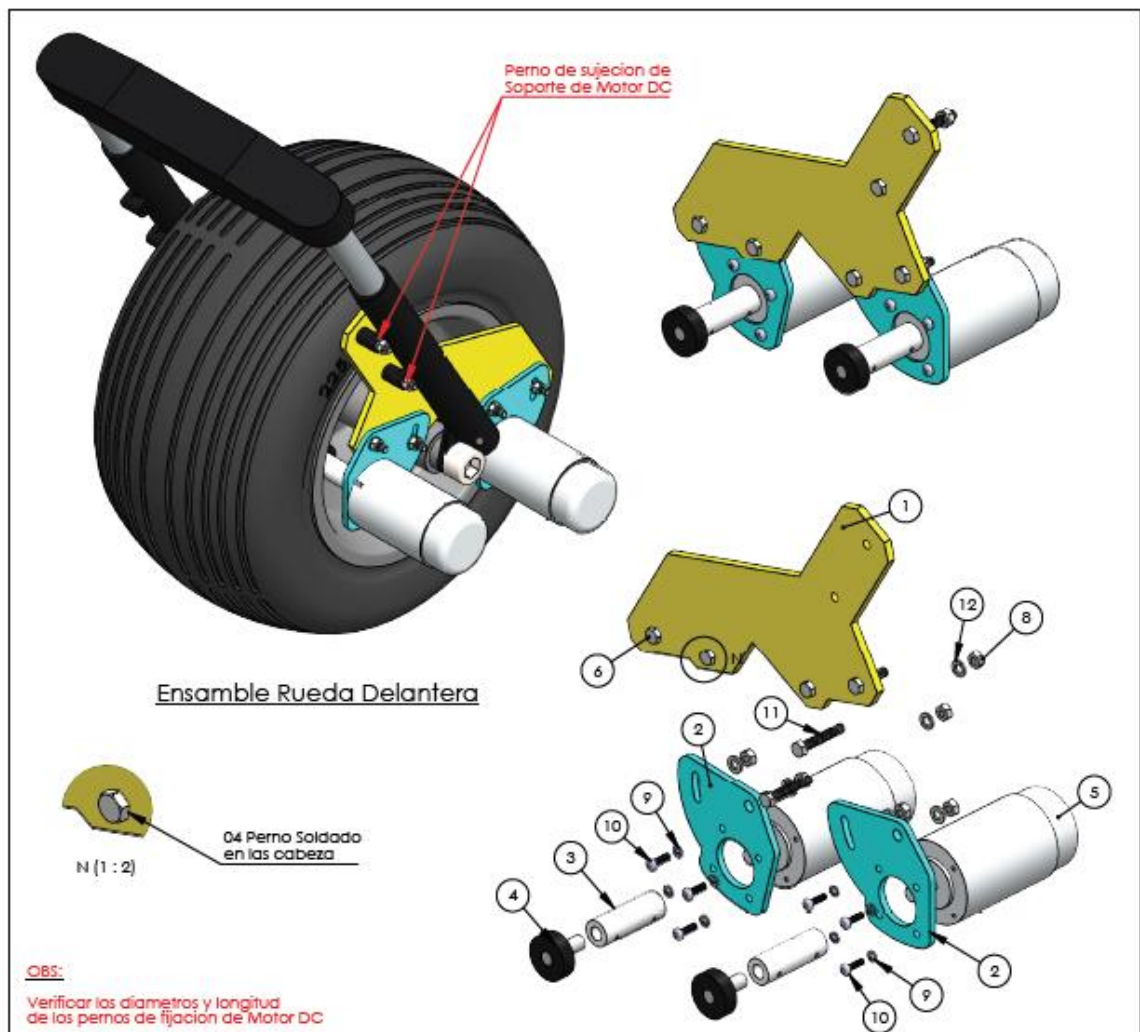
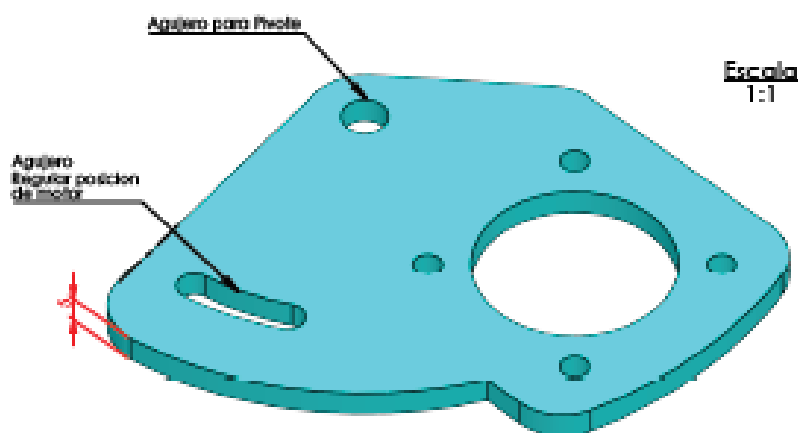
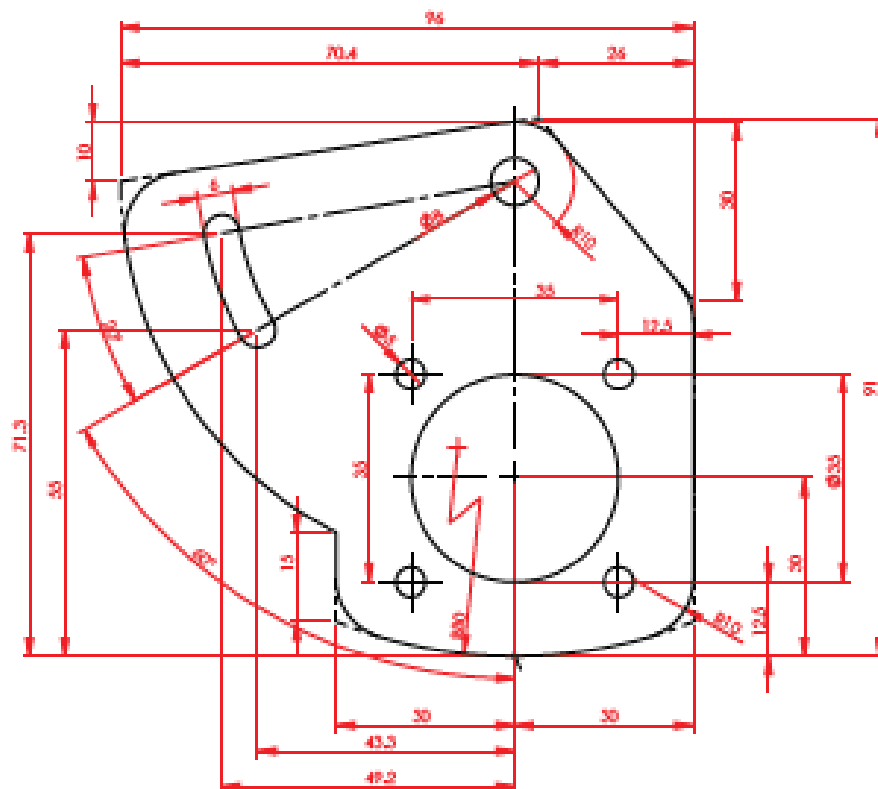


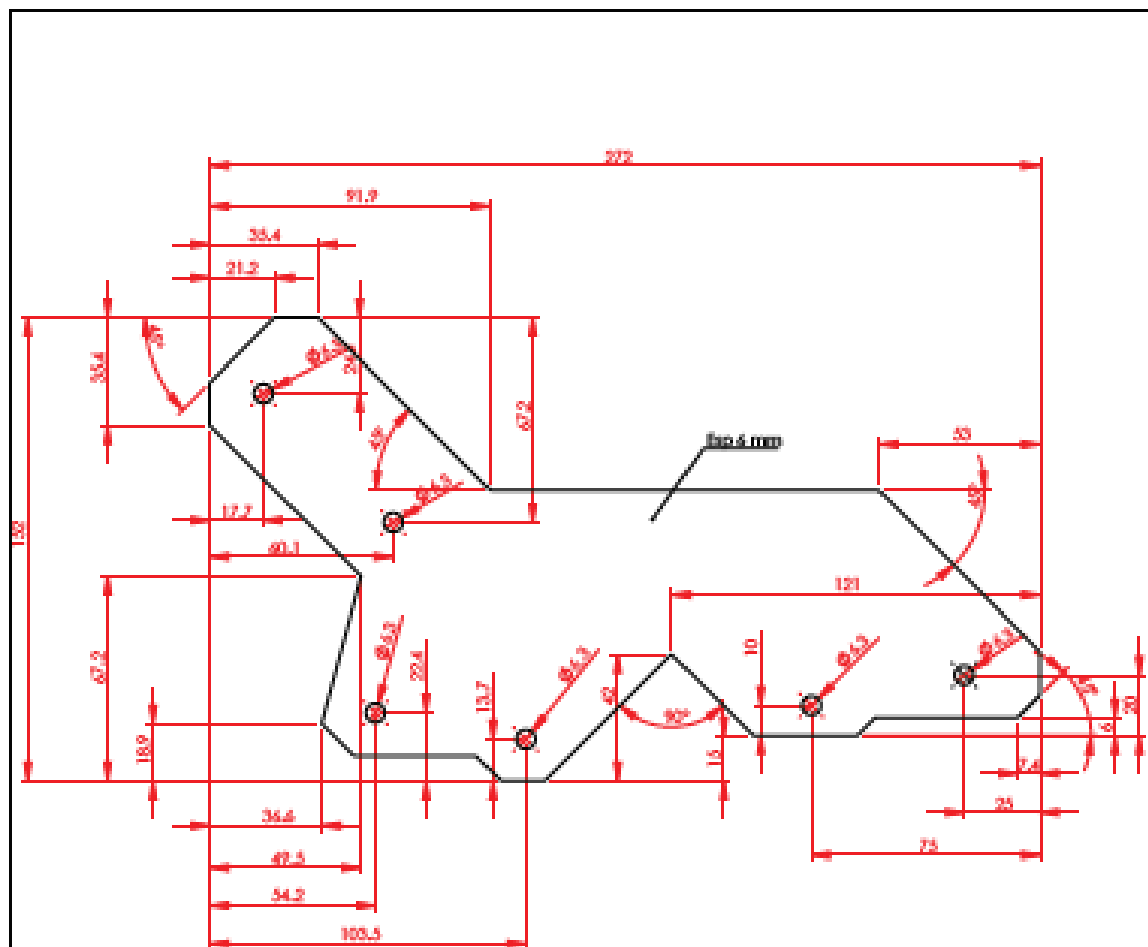
Tabla de LDM Diseño Soporte Motor DC									
Nº DE ELEMENTO		NOMBRE DE PIEZA			DESCRIPCIÓN		Material		CANT.
1		Soporte Motor DC Delantero			Maquinado y pintado 6 x 152 x 272 mm		ASTM A36 Acero		1
2		Soporte Motor DC Regulable			Maquinado y pintado 5 x 91 x 96 mm		ASTM A36 Acero		2
3		Extension Eje Motor			Torneado y Pintado		ASTM A36 Acero		2
4		Rueda de Goma			Adaptado		ASTM A36 Acero		2
5		Motor Hitachi DC Motor					ASTM A36 Acero		2
6		Perno Hexagonal			Perno Hexagonal Ø 1/4 " x 1 "		AISI 1020		4
7		Arandela Plana			Arandela Plana 1/4 "		AISI 1020		4
8		Tuerca Hexagonal			Tuerca Hexagonal Ø 1/4 "		AISI 1020		6
9		Arandela de Presion M 4			Arandela de Presion M 4		AISI 1020		8
10		Stove Bolt M 4 x 15			Stove Bolt. M 4 x 15 mm		AISI 1020		8
11		Perno Hexagonal			Perno Hexagonal Ø 1/4 " x 1 1/2 "		AISI 1020		2
12		Arandela de Presion			Arandela de Presion 1/4 "		AISI 1020		2
							TITULO		
							NOMBRE: Diseño Soporte Motor DC Ensamble Delantero		
		NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL:		A4		
DIBUJ.		Saavedra		03/02/2019	- ASTM A- 36				
					PESO:		ESCALA:	SHEET 2 OF 5	



Exenda
1:1

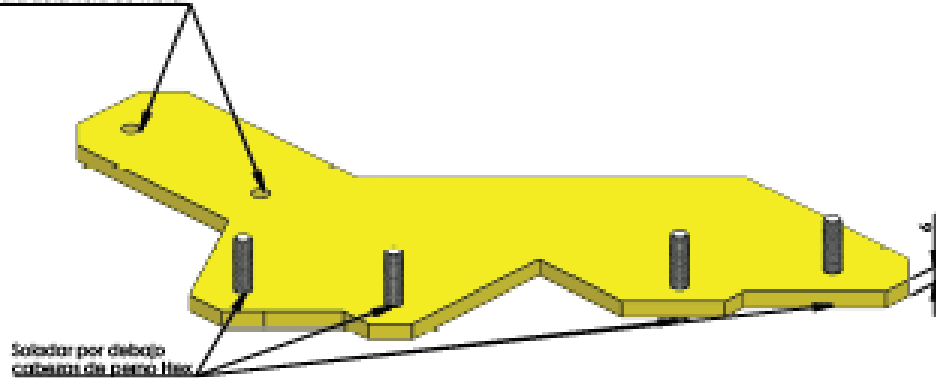
Soporte Motor DC Regulable
5 x 91 x 96

						TÍTULO	
	ECARRER	ASIGNA	ESCALA	PARTE/GRUPO		CONTENIDO	A4
CONTENIDO	DESARROLLO		DESARROLLO		- Asign. A- (a)	Diseño Soporte Motor DC	
				PROG		ESCALAS	DESARROLLO



Soporte Motor DC Delantero
6 x 152 x 272

Agujeros de acople a
estructura delantera de motor



Escala
1:2

						TRABO	
	HOBBE	REMA	PCMA	MATERIA		HOBBE	A4
DEEL	soviado		20/02/2019	- ASTM A-36		Diseño Soporte Motor DC	
				PROY	ESCALA	SHEET 4 OF 8	

Anexo C: Manual de usuario controlador de carga UKC modelo TX 1220

User's Manual

SAFETY INSTRUCTIONS

1. Make sure your battery has enough voltage for the controller to recognize the battery type before first installation.
2. The battery cable should be as short as possible to minimize loss.
3. The regulator is only suitable for lead acid batteries: OPEN, AGM, GEL. It is not suited for nickel metal hydride, lithium ions or other batteries.

PRODUCT FEATURES

1. Build-in industrial micro controller.
2. Big LCD display, all adjustable parameter.
3. Fully 4-stage PWM charge management.
4. Build-in short-circuit protection, open-circuit protection, reverse protection, over-load protection.
5. Dual mosfet Reverse current protection, low heat production.

LCD DISPLAY/KEY

MENU: switch between different display, or to enter/exit setting by long press
UP: press to increase value.
DOWN: press to decrease value.

SYSTEM CONNECTION

1. Connect the battery to the charge regulator-plus and minus.
2. Connect the photovoltaic module to the regulator-plus and minus.
3. Connect the consumer to the charge regulator-plus and minus.

The reverse order applies when dismantling!
An improper sequence order can damage the controller!

DISPLAY/SETTING

1. main display
2. float voltage
3. discharge reconnect
4. discharge stop

TROUBLE SHOOTING

Situation	Probable cause	Solution
Charge icon not on when sunny	Solar panel opened or reversed	Reconnect
Load icon off	Mode setting wrong	Set again
	Battery low	recharge
Load icon slow fishing	Over load	Reduce load wait
Load icon slow fishing	Short circuit protection	Auto reconnect
Power off	Battery too low/reverse	Check battery/connection

TECHNICAL PARAMETER

MODEL	TX1210	TX1220	TX1230	TX4820	TX4830
Batt voltage	12V/24V	auto			48V
Charge current	10A	20A	30A	10A	20A
Discharge current	10A	20A	30A	10A	20A
Max Solar input	<50V			<80V	
Equalization	B01 sealed	B02 Gel		B03 flood	
Float charge	14.4V	14.2V		14.6V	
Discharge stop	13.7V (default adjustable)				
Discharge reconnect	12.6V (default adjustable)				
USB output	5V/3A				
Self-consume	<10mA				
Operating temperature	-35~+60℃				
Size/Weight	150*78*35mm /150g				

*all red color voltage X2.X4 while using 24V/48V system.
*Product specifications are subject to change without prior notice.

Anexo D: Características de la batería RITAR 12260



RT 12260 (12V26Ah)

RT 12260 is a general purpose battery with 5 years floating design life, meet with IEC, JIS standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RT series battery have long and reliable standby service life.



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	26Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 8.20 Kg
Max. Discharge Current	260 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 10 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.7 to 13.9 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	7.8 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Faston F3/F13
Constainer Material	A.B.S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V2 can be available upon request.



MH28539



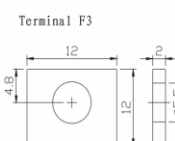
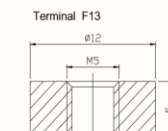
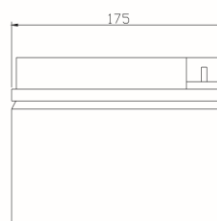
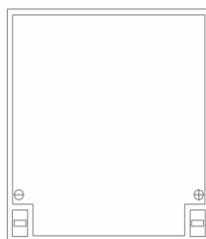
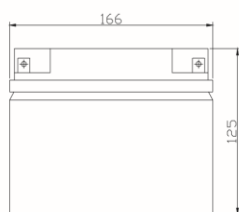
G4M20206-0910-E-16



ISO9001:2000 Certificate

Dimensions

Unit: mm Dimension: 166(L)×175(W)×125(H)



Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	93.35	66.89	48.67	29.90	16.90	10.37	6.786	5.616	4.420	3.230	2.731	1.444
10.0V	90.85	63.65	47.67	29.41	16.82	10.30	6.760	5.590	4.394	3.203	2.705	1.418
10.2V	85.61	61.40	46.92	29.15	16.67	10.22	6.708	5.564	4.368	3.177	2.678	1.392
10.5V	76.88	56.66	44.68	28.42	16.51	10.14	6.682	5.512	4.316	3.151	2.652	1.365
10.8V	69.39	51.67	41.18	27.17	16.12	9.958	6.500	5.382	4.238	3.098	2.626	1.339
11.1V	60.40	46.18	36.94	25.45	15.31	9.516	6.214	5.122	4.056	2.967	2.547	1.260

Constant Power Discharge Characteristics : W(25°C)

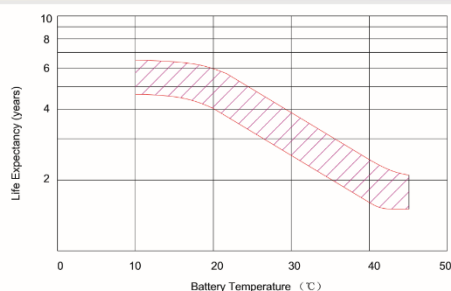
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	889.1	650.1	478.7	337.4	193.3	119.3	78.31	64.90	51.17	37.48	30.71	16.22
10.0V	870.9	621.0	468.7	333.2	192.3	118.9	78.16	64.74	50.86	37.32	30.39	16.06
10.2V	822.1	600.3	462.4	329.3	190.9	117.8	77.69	64.43	50.70	37.00	30.23	15.90
10.5V	740.3	554.7	440.9	321.8	189.1	116.7	77.22	63.96	50.23	36.69	29.92	15.75
10.8V	665.9	503.6	405.1	307.2	184.4	115.0	75.35	62.24	49.45	35.90	29.60	15.59
11.1V	574.8	447.3	361.7	287.8	174.7	109.7	71.60	59.28	46.96	34.64	28.66	14.96

All mentioned values are average values.

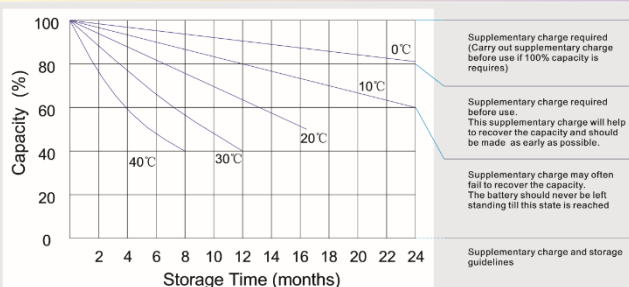
RT 12260

12V26Ah  RITAR®

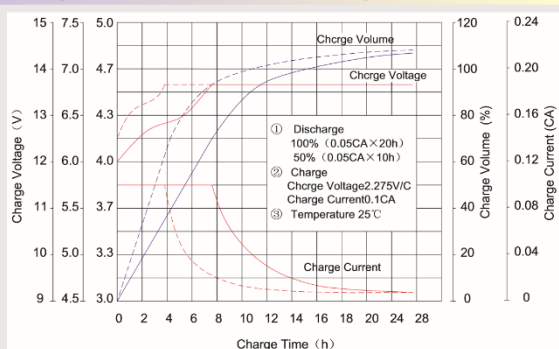
Effect of temperature on long term float life



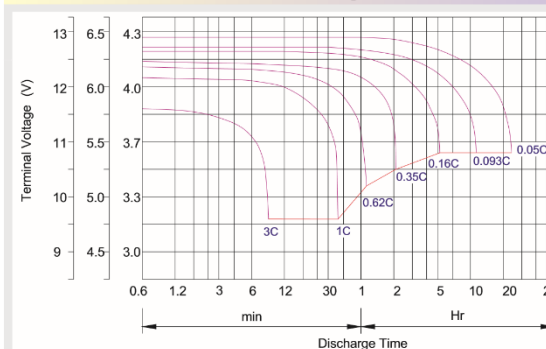
Storage characteristic



Charge characteristic Curve for standby use



Discharge characteristic Curve



Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage V/cell	1.75V	1.70V	1.60V
Discharge Current (A)	(A) ≤ 0.2C	0.2C < (A) < 1.0C	(A) ≥ 1.0C

Charge the batteries at least once every six months, if they are stored at 25°C.

Charging Method:

Constant Voltage	-0.2Cx2h+2.4~2.45V/Cellx24h, Max. Current 0.3CA
Constant Current	-0.2Cx2h+0.1CAx 12h
Fast	-0.2Cx2h+0.3CAx4.0h

Maintenance & Cautions

Float Service:
※ Every month, recommend inspection every battery voltage.
※ Every three months, recommend equalization charge for one time.
Equalization charge method:
Discharge: 100% rate capacity discharge.
Charge: Max. current 0.3CA, constant voltage 2.4-2.45V/Cell charge 24h.
※ Effect of temperature on float charge voltage: -3mV/°C/Cell.
※ Length of service life will be directly affected by the number of discharge cycles, depth of discharge, ambient temperature and charging voltage.

SHENZHEN RITAR POWER CO.,LTD.

URL: www.ritarpower.com

Address: Rm405, Tower C, Huahan Building, Langshan Rd16, Nanshan District, ShenZhen, 518057, China

Tel: +86-755-33981668 Fax: +86-755-8347-5180

2008 - Version 1

Anexo E: Características del inversor DY – Manual de usuario

USE MANUAL FOR POWER INVERTER

Instruction

It can change the DC 12V into AC 220V output. And it can be widely used in all kinds of electrical apparatus, which voltage rating are AC 220V and frequency are equal to 50Hz., such as mobile telephone, portable computer, electric light, digital camera, vidicon, TV, electric tool, CD player, DVD, fanner and so on. It is the best choice for your field survey, driving out outdoor office, or meeting an urgent need when power failure.

Specialites of the product

It can be made from advanced PWM CMOS chip, and can work in the state of ultrasonic sound, which can

both in a great extent minish the bulk and weight and make the circuit work without noise. So it is small, light, quiet and convenient. It can protect the electric circuit in a great degree. For example, it can automatically switch off when the voltage of the car battery is low of 10V, so that your car can normally start. And the output of the product is a universal socket, which can be used in many countries. And the newly-added USB output socket can be directly used to charge for MP3 and mobile phone.

Means of usage

Put the change-over switch to "OFF" or "O".

Connect the electric cord of the product to the correct terminal, for example, the red wire goes to the positive terminal. Except for the inverter which power is below

100W, because it only has the socket for cigarette lighter

The socket for cigarette lighter can just provide the power below 200W. So you must connect the alligator clips with the product to the poles of battery when the output power is above the 200W.

Be sure of the power of your electric tool is below power rating of the product.

The green light will be on if the change-over switch is in the state of "ON" or "I". The product is in the state of protecting if the red light is on, please turn it off and check it is overloaded or short cut, and the voltage of battery is abnormal or not.

Technical parameter

Model	DY8102	DY8103	DY8105	DY8109	DY8111N
Power rating	150VA	200VA	350VA	500VA	1000VA
Max. power	300VA	400VA	700VA	1000VA	2000VA
Continuous power	120VA	160VA	280VA	400VA	600VA
Input voltage	12V	12V	12V	12V	12V
Lower voltage stop	10V \pm 0.5V	10V \pm 0.5V	10V \pm 0.5V	10V \pm 0.5V	10V \pm 0.5V
Over voltage stop	15V \pm 0.5V	15V \pm 0.5V	15V \pm 0.5V	15V \pm 0.5V	15V \pm 0.5V
Protect temperature	50 $^{\circ}$ C \pm 20%	50 $^{\circ}$ C \pm 20%	50 $^{\circ}$ C \pm 20%	50 $^{\circ}$ C \pm 20%	50 $^{\circ}$ C \pm 20%
Output voltage	220V \pm 10%	220V \pm 10%	220V \pm 10%	220V \pm 10%	220V \pm 10%
Output frequency	50Hz \pm 2Hz	50Hz \pm 2Hz	50Hz \pm 2Hz	50Hz \pm 2Hz	50Hz \pm 2Hz
Output wave	Modified sine wave				
Volume(mm)	82.4*89*47	102.4*89*47	122.4*89*47	152.4*89*47	198*88*65
Weight(Kg)	0.30	0.35	0.42	0.50	0.93

Anexo F

Instrumento de medición 1

Prueba de autonomía del scooter eléctrico sin sistema de mejora			
# de prueba	Velocidad (km/h)	Tiempo operativo (min)	Recorrido (Km)
1	10		
2	11		
3	12		
4	13		
5	14		
6	15		
7	16		
8	17		
9	18		
10	19		
11	20		
12	21		
13	22		
14	23		
15	24		
16	25		
17	26		
18	27		
19	28		

20	29
21	30
22	31
23	32
24	33
25	34
26	35
27	36
28	37
29	38
30	39
31	40

Instrumento de medición 2

# de prueba	Velocidad	Corriente (A)			Voltaje (V)		
		Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor	Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor
1	10 Km/h						
2	11 Km/h						
3	12 Km/h						
4	13 Km/h						
5	14 Km/h						
6	15 Km/h						
7	16 Km/h						
8	17 Km/h						
9	18 Km/h						
10	19 Km/h						
11	20 Km/h						
12	21 Km/h						
13	22 Km/h						
14	23 Km/h						
15	24 Km/h						
16	25 Km/h						
17	26 Km/h						
18	27 Km/h						
19	28 Km/h						
20	29 Km/h						
21	30 Km/h						
22	31 Km/h						
23	32 Km/h						
24	33 Km/h						
25	34 Km/h						
26	35 Km/h						
27	36 Km/h						

28	37 Km/h
29	38 Km/h
30	39 Km/h
31	40 Km/h

Instrumento de medición 3

# de prueba	Velocidad	Potencia (W)		
		Salida dinamos	Batería plomo ácido	Inversor
1	10 km/h			
2	11 km/h			
3	12 km/h			
4	13 km/h			
5	14 km/h			
6	15 km/h			
7	16 km/h			
8	17 km/h			
9	18 km/h			
10	19 km/h			
11	20 km/h			
12	21 km/h			
13	22 km/h			
14	23 km/h			
15	24 km/h			
16	25 km/h			
17	26 km/h			
18	27 km/h			
19	28 km/h			
20	29 km/h			
21	30 km/h			

22	31 km/h
23	32 km/h
24	33 km/h
25	34 km/h
26	35 km/h
27	36 km/h
28	37 km/h
29	38 km/h
30	39 km/h
31	40 km/h

Instrumento de medición 4

Prueba de autonomía del scooter eléctrico con sistema de mejora

# de prueba	Velocidad Km/h	Tiempo operativo min	Recorrido Km
1	10		
2	11		
3	12		
4	13		
5	14		
6	15		
7	16		
8	17		
9	18		
10	19		
11	20		
12	21		
13	22		
14	23		
15	24		
16	25		

17	26
18	27
19	28
20	29
21	30
22	31
23	32
24	33
25	34
26	35
27	36
28	37
29	38
30	39
31	40

Instrumento de medición 5

# de prueba	Velocidad Km/h	Distancia recorrida sin sistema de autonomía Km	Distancia recorrida con sistema de autonomía Km	% mejora
1	10			
2	11			
3	12			
4	13			
5	14			
6	15			
7	16			
8	17			

9	18
10	19
11	20
12	21
13	22
14	23
15	24
16	25
17	26
18	27
19	28
20	29
21	30
22	31
23	32
24	33
25	34
26	35
27	36
28	37
29	38
30	39
31	40
